DIE KALKPFANNEN DES ÖSTLICHEN DAMARALANDES

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH WILHELMS-UNIVERSITÄT ZU BERLIN

VON

HEINRICH MICHAELSEN
AUS HAMBURG.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

TAG DER PROMOTION: 13. JULI 1910.

GEDRUCKT IN DER KÖNIGLICHEN HOFBUCHDRUCKEREI VON E. S. MITTLER & SOHN
BERLIN SW 68, KOCHSTRASSE 68—71.

207

Referenten:

Professor Dr. Penck
Professor Dr. Branca.

I. Einleitung.

Das Damaraland ist das Herz des deutschen Südwestafrika. Es hat seinen Namen nach den Ureinwohnern, den Bergdamaras, die von den Hereros besiegt und verdrängt worden sind. Nur vereinzelt heißt es auch »Hereroland«.

Es ist ein Hochland, das sich im Mittel mehr als 1500 m über den Meeresspiegel erhebt. Mitten hindurch geht die Wasserscheide, welche die Gebiete einer westlichen, atlantischen und einer östlichen Kalahari-Abdachung trennt. Sie verläuft anfangs ziemlich geradlinig vom Waterberg nach Südwesten zum Etjo-Tafelberg. Hier biegt sie scharf nach Süden um und geht über Owikokorero in einem großen Bogen nach Süden und Südwesten in die Onjatiberge. Die Kalahari-Abdachung springt also keilförmig von Osten her in das Gebiet der atlantischen Entwässerung hinein.

Die Landschaften zu beiden Seiten der Wasserscheide sind wesentlich verschieden. Das westliche Damaraland ist recht gebirgig. Inselartig erheben sich regellos und meist ganz unvermittelt die Berge und Gebirgsmassive aus der schwach gewellten Hochebene, deren Sandboden mit weiten Grasflächen und Dornbüschen bewachsen ist.

Das östliche Damaraland, das Gebiet der Kalahari-Abdachung, hat einen wesentlich anderen Charakter. Hier ist der Charakter der Ebene vorwiegend, aus der nur ganz vereinzelt einige Inselberge hervorragen, wie z. B. der Otjihangue-Berg bei Okawarumende, östlich von Windhuk (Bild 1). Fast möchte man glauben einen riesigen, unendlich flachen Schuttkegel vor sich zu haben, auf dem sich die meist trocknen Flüsse fächerförmig in die Kalahari ergießen. In der Regel wird das östliche Damaraland auf älteren Karten noch zur Omaheke, einem Ausläufer der Kalahari gerechnet. Das ist insofern richtig, als das Wort Sandfeld bedeutet und unser Gebiet auch sandig ist. Aber das eigentliche Sandfeld mit seinen Dünen beginnt erst weiter im Osten. Wir lassen die Grenze der Omaheke daher ungefähr mit dem 19,5° östlich von Greenwich zusammenfallen.

In unserem Gebiet finden wir zwei verschiedene Bezeichnungen für die Flüsse: im Süden ein holländisches Wort: »Rivier« und im Norden ein Hererowort: »Omuramba« mit dem Plural »Omiramba«. Nun ist aber auch der Charakter der Flußbetten im Norden im allgemeinen ein anderer, als im Süden. Im Süden haben wir bis etwa 500 m breite scharfeingeschnittene Flußbetten mit blendend weißem Sande. Sie führen in wechselnder Tiefe einen Grundwasserstrom, der sich anscheinend nicht nur auf das Rivierbett beschränkt, sondern mehr oder weniger breite Streifen links und rechts des Bettes in seinen Bereich zieht. Hier ist in der Regel die Vegetation saftiger und hebt sich deutlich von dem einförmigen Grau der Buschsavanne ab. Oft folgt den Rivieren ein Galeriewald von Anabäumen, deren mächtige Kronen weithin sichtbar sind und schon von weitem die Nähe des Wassers zeigen, dem sie ihr leuchtendes Grün verdanken. Zur Regenzeit, wenn es im gesamten Quellgebiet des Riviers ausgiebig geregnet hat, so daß der ausgedörrte Boden sich mit Wasser vollgesogen hat, kommt es vor, daß sich der Grundwasserspiegel so weit hebt, daß das Rivier stellenweise oberflächlich Wasser führt. Das nennen die einheimischen Farmer »abkommen«.

Im nördlichen Teile unseres Gebiets tragen die trocknen Flußbetten in der Regel einen anderen Charakter. Hier, wo die Bezeichnung »Omuramba« vorherrscht, sind es meist sehr viel breitere Talböden mit lehmigen Ablagerungen. Sie führen ebenfalls in wechselnder Tiefe einen Grundwasserstrom, doch habe ich Spuren des Abkommens der Omiramba im allgemeinen nicht beobachtet. Nur an wenigen Stellen, z. B. im Mittellaufe des Omuramba ua Matako, tritt an Stelle der lehmigen Ablagerungen plötzlich eine Strecke weit weißer Sand, in denen uns scharf eingeschnittene Rinnen lehren, daß hier oberflächlich Wasser geflossen ist. Hier scheint der Grundwasserspiegel aus irgend einem Grunde besonders nahe an die Oberfläche zu treten. Auf dem lehmigen Boden gedeiht meist eine üppige Vegetation und stellenweise werden wir durch eine großartige

Parklandschaft überrascht, wie ich sie vor allem im Eiseb öfters angetroffen habe. Die deutschen Siedler haben sich vielfach jetzt daran gewöhnt, die Flußbetten mit lehmigem Boden als »Omuramba« zu bezeichnen, während sie unter »Rivier« die Sandbetten verstehen, die im Süden vorherrschen. Es liegt auf der Hand, daß die Begriffe stellenweise ineinander übergehen und daß sie daher auch im Sprachgebrauch noch nicht immer mit genügender Schärfe hervorgehoben werden. Ich möchte aber vorschlagen, die Begriffe so zu fassen, wie ich sie oben entwickelt habe.[1])

In einem so trocknen Lande, wie es unser Gebiet ist, haben die Stellen, an denen in der Regel Wasser gefunden wird, ganz besonderen Wert. Diese »Wasserstellen« sind verschiedener Art. Eine Gruppe knüpft sich an die Flußläufe. Es sind Punkte, wo der Grundwasserstrom dank einer beliebigen Ursache meist zutage tritt. Nach Schinz[2]), Rehbock[3]), Gürich[4]) usw. liegt die Ursache in Felsriegeln, die das Bett einengen oder in der Tiefe durchsetzen, so daß das Wasser aufgestaut wird. Solche Stellen nennt man gewöhnlich »Fontein«. Eine andre Gruppe hat keinerlei direkte Beziehungen zu einem Flußbett. Das sind vor allem die Vleys. »Vley« nennt man in Südafrika jene zahlreichen meist runden und ovalen beckenartigen Vertiefungen im offenen flachen Sandfelde, in denen eine dünne lehmige Bodenschicht das von allen Seiten hineinfließende Regenwasser vor dem Versickern schützt. In den Vleys finden wir daher nur kurz nach der Regenzeit Wasser, denn es verdunstet sehr schnell, wenn es nicht Ersatz erhält. Die wichtigsten Wasserstellen sind die Kalkpfannen. Sie liegen gleichfalls, wenn auch meist in viel größeren beckenartigen Vertiefungen der Sandebene. Der Boden ist aber nicht mit lehmigen Ablagerungen, sondern mit Kalktuffen und hartem Sinterkalk bedeckt. Sie haben ebenso, wie die Vleys, meist runde oder ovale Form und haben in der Regel in der Mitte eine senkrechte Vertiefung. Nach Schinz[5]) soll sich das Wasser der Kalkpfannen durch seinen reichen Salzgehalt von dem der Vleys unterscheiden. Das ist nach meinen Beobachtungen nicht der Fall. Wenn auch einige Kalkpfannen tatsächlich schwach salziges Wasser haben, so ist es doch in allen Fällen, die ich kenne, trinkbar. Die meisten Kalkpfannen des östlichen Damaralandes enthalten aber sicher süßes wohlschmeckendes Wasser, das sich in dem porösen Tuff unter dem Schutze der Sinterkalkdecke lange und stets kühl erhält. Auf die Beziehungen der Kalkpfannen zu den Flußläufen werde ich später eingehend zurückkommen. Die Kalkpfannen scheinen sich, wie gesagt, auf das Randgebiet der Kalahari zu beschränken. Ich habe sie im Dünenlande der Omaheke nicht mehr angetroffen. Ich vermag jedoch nicht zu entscheiden, ob sie hier in der Regel von den Dünen bedeckt sind oder ob sie tatsächlich fehlen.

Der Vollständigkeit halber möchte ich hier noch der »Pützen« gedenken. Pütz ist ein holländisches Wort und bedeutet in allen Fällen einen künstlichen Brunnen. Dabei ist es ganz gleich, ob er sich in einer Pfanne, in einem Rivier oder im offenen Sandfelde befindet.

Von allen hier aufgezählten Arten von Wasserstellen sind die Kalkpfannnn wegen ihrer größeren Zuverlässigkeit die wertvollsten. Sie spielen in einem Gebiet, wie das östliche Damaraland, in dem die gefallenen Regenmengen gierig vom ausgedörrten Sande aufgesogen werden, die Rolle von natürlichen Wasserbehältern. So kommt es, daß sich gerade hier die Häuptlinge der Hereros mit ihren großen Viehherden und dann auch die Farmer mit Vorliebe angesiedelt haben und daß die Kalkpfannen einen wichtigen Faktor im Haushalte unserer Kolonie darstellen.

Ich habe den Feldzug gegen die aufständischen Hereros als Soldat mitgemacht. Es liegt daher auf der Hand, daß mich gerade die Wasserstellen und besonders die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes so interessierten, daß ich in ihre Eigenarten einzudringen versuchte. Ich bin am 14. Februar 1904 im Verbande der Ostabteilung von Windhuk abmarschiert und kam mit meiner Kompagnie oder mit Munitionstransporten über Seeis, Otjihaënena, Okazewa und Witvley nach dem Osten. Später, Anfang April, wurde ich einem Transport beigegeben, der von Otjihaënena (am weißen Nosob) nordwärts nach Ekuja (am schwarzen Nosob) und dann nordwestlich nach Okonjatu gebracht werden sollte. Von hier aus marschierte ich mit meiner Kompagnie nach Owikokorero, einer ausgezeichneten Wasserstelle nördlich der Onjatiberge.

Nachdem ich infolge einer Verwundung eine Zeitlang im Lazarett von Windhuk gelegen hatte, wurde ich nach meiner Wiederherstellung im Juni zum Stabe des Oberst Leutwein kommandiert und hatte Gelegenheit in seiner Begleitung von Okahandja nach Owikokorero zu reiten. Im Juli wurde ich zum Hauptquartier Seiner Exzellenz, des Generals v. Trotha versetzt und kehrte nach Okahandja zurück. Ich begleitete ihn dann von hier aus bis in die Nähe des Waterberges nach Erindi Ongoahere, wurde aber bald wieder nach Okahandja zurückgeschickt, um einen Munitionstransport herbeizuholen, was ohne wesentliche Belästigung von seiten des Feindes geschah. Die Vorbereitungen zur Schlacht am Waterberge gaben mir Gelegenheit, einige Patrouillen in

die Gegend südlich des Waterberges zu reiten. Bei der steten Fühlung mit dem Feinde war es mir nicht möglich, hier besondere Beobachtungen zu machen.

Ein ganz unbedeutender Streifschuß, den ich im Gefecht bei Waterberg erhielt, hinderte mich nicht, mich auch an der Verfolgung der Hereros längs des Waterberg-Omuramba zu beteiligen. Nachdem wir dann nach 24stündigem Marsche wegen Wassermangels nach dem Waterberge hatten umkehren müssen, ritt ich in Begleitung des Hauptquartiers südwärts über Otjire nach Otjosondu am Fuße des bereits erwähnten Inselberges, um von hier aus nach Osten in das Stromgebiet des Eiseb zu gelangen. Wir folgten seinem Laufe über Owinaua-naua, Okatambaka und Osombe-Windimbe bis Erindi Okombahe, etwa 19.5° östlicher Länge. Hier nötigte uns der Wassermangel abermals, die Verfolgung abzubrechen und am Eiseb zurück über Otundu nach dem Epukiro zu reiten, dessen Laufe wir eine Strecke weit nach Osten folgen konnten. Hier erhielten wir die Nachricht von dem Aufstande der Hottentotten und eilten nunmehr über Kauduwe, Owingi, Okateitei, Witvley usw. nach Windhuk, um die Vorbereitungen für den neuen Feldzug zu treffen. Leider warf mich jetzt ein heftiger Typhus nieder, so daß es mir nicht möglich war, auch den Süden unserer Kolonie kennen zu lernen. Nach meiner Wiederherstellung wurde ich dann sofort nach Deutschland zurückgeschickt.

Ich bin während des Feldzuges stets in größeren Verbänden oder bei Patrouillen nur mit vorgeschriebener Marschroute geritten. Es war mir oft nicht möglich, Dinge näher anzusehen, die mir wichtig erschienen. Es ist ja klar, daß die militärische Abhängigkeit und die große Eile, deren wir uns bei den Patrouillen zu befleißigen hatten, sowie die stete Fühlung mit dem Feinde nicht gerade sehr günstig für meine wissenschaftlichen Beobachtungen waren. Dennoch habe ich einen großen Teil des östlichen Damaralandes gesehen und habe mir oft an Ort und Stelle flüchtige Bemerkungen und, wenn es möglich war, auch Profile aufgezeichnet. Im Lager habe ich mir dann einige kurze Eintragungen in mein Tagebuch gemacht. Ein Teil der wenigen Photographien und Handstücke, die ich nehmen konnte, sind bei der eiligen Heimkehr von Epukiro verloren gegangen. Aber Herr Oberleutnant Stuhlmann hatte die große Freundlichkeit, mir seine Aufnahmen zur Verfügung zu stellen, so daß ich die meisten der beigegebenen Bilder seiner Güte verdanke.

Als junger Student in den Feldzug gegangen, habe ich fachliche Schulung und die Kenntnis der einschlägigen Literatur sehr entbehrt. Wenn ich es nun trotzdem wage, meine Wahrnehmungen zu veröffentlichen, so ermutigt mich dazu der Umstand, daß die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes noch kaum beschrieben sind. Noch während ich in Afrika weilte, ist Passarges großes Werk über die Kalahari erschienen, in dem sich unter anderm auch eine Monographie der Kalkpfannen des Chansefeldes[6]) befindet. Gelegentlich eines Besuches von Gobabis erkannte er, daß die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes einem Typus angehörten, den er selbst im Chansefeld nur einmal angetroffen hatte[7]), welcher aber, nach den ihm gewordenen Mitteilungen des Stabsarztes Dr. Sander und E. v. Üchtritz im östlichen Damaralande weit verbreitet sein soll. »Über die Entstehung dieser Art von Kalkpfannen«, so schreibt er, »sind wir noch nicht orientiert.« Er stellt dann eine ganze Reihe von Fragen auf, welche nicht zum geringsten Teile mich angeregt haben, den Versuch zu machen, einige der Probleme soweit zu lösen, als es mir infolge der Ungunst der Verhältnisse möglich ist. So hoffe ich denn, durch Veröffentlichung meiner Beobachtungen, eine Lücke in unserer Kenntnis des merkwürdigen Phänomens der Kalkpfannen wenigstens teilweise ausfüllen zu können.

Anmerkungen.

[1]) Hans Meyer. Das deutsche Kolonialreich. Leipzig 1910. Bd. II. S. 212, 213.

[2]) Schinz, H. Deutsch-Südwestafrika. Forschungsreise durch die deutschen Schutzgebiete Gr. Nama- und Hereroland, nach dem Kunene, dem Ngamisee und der Kalahari. 1884—1887. Oldenburg u. Leipzig. S. 456.

[3]) Rehbock, Th. Deutsch-Südwestafrika, seine wirtschaftliche Erschließung unter besonderer Berücksichtigung des Wassers. Berlin 1898. S. 47.

[4]) Gürich, G. Reisebilder aus Deutsch-Südwestafrika aus den Jahren 1888 und 1889.
Mitteilungen der geographischen Gesellschaft in Hamburg 1891/1892. Hamburg 1895. S. 79.

[5]) Schinz, H. Siehe 2. S. 455.

[6]) Passarge, S. Die Kalahari. Versuche einer physisch-geographischen Darstellung der Sandfelder des südafrikanischen Beckens. Berlin 1904. S. 234 ff.

[7]) Passarge. Kalahari. S. 371 ff.

II. Literatur.

Die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes sind in der Literatur bisher nur sehr wenig erwähnt.

Schinz[1]) berichtet 1884 von Kalksteinbecken, welche hier und da von einem Schilfdickicht umrahmt sind. Der rezente Kalk ist nach ihm bald von dichtem, bald von porösem Gefüge und scheint sich als Ablagerung in nunmehr ausgetrockneten Brackwasserseen gebildet zu haben.

Hauptmann v. François[2]), der das ganze Damaraland genau kennt, erwähnt, daß er in den

zahlreichen Kalksteinpfannen fast stets Wasser gefunden habe.

Schenck[3]) fand 1893 im Damaralande einen weißlich bis gelblichen Kalktuff in weiter Verbreitung. Auch er meint, daß der Kalk eine Ablagerung alter Brackwasserseen sei.

Fleck[4]) beschreibt die Pfannen als »flache Kugelsegmente« von Kalkablagerungen, aus denen durch die Wirkung des Regenwassers runde bis ovale Vertiefungen herausgelöst worden sind. Auch er ist der Ansicht, daß sie sich in Brackwasserseen gebildet haben, die hier in der Diluvialzeit, ja noch in historischer Zeit in großer Zahl vorhanden gewesen sein müssen.

Dies Material hat Stromer v. Reichenbach[5]) 1896 bearbeitet, ohne das Land aus eigener Anschauung zu kennen. Er versucht dann die von Fleck erwähnten Vertiefungen zu erklären. Er vermutet, daß das Sinken des Grundwasserspiegels die Ursache ziemlich ausgedehnter subterraner Erosion gewesen sei, die ihrerseits dann zahlreiche unterirdische Hohlräume geschaffen habe. Die Vertiefungen in den Kalkpfannen sind nach ihm also »dolinenförmige Einbrüche«.

Neuerdings hat Rohrbach[6]) auch einige Bemerkungen über die Kalkpfannen des Damaralandes gemacht.

Endlich weist der »Amtliche Ratgeber« für Auswanderer nach Deutsch-Südwestafrika auf Seite 20 auf die hohe wirtschaftliche Bedeutung der Kalkpfannen hin.

In folgendem werde ich nun eine Reihe von Kalkpfannen des östlichen Damaralandes einzeln beschreiben. Ich werde dabei meine Tagebuchbemerkungen mehrfach aus dem Gedächtnis ergänzen. Leider ist eine sichere Lokalisierung nicht in allen Fällen möglich, da die Kriegskarte von Moisel und Sprigade im Maßstabe 1 : 800 000 (Dietrich Reimer, Berlin 1904), die mir hier zur Verfügung stand, zum größten Teil nur auf ganz flüchtigen Krokis beruht. Dazu kommt, daß dieselbe Kalkpfanne oft von verschiedenen Farmern oder Eingeborenen verschieden genannt wurde. Ich habe mir damit geholfen, daß ich in zweifelhaften Fällen den Namen der Kalkpfanne von der Kriegskarte in Klammern danebengesetzt habe, mit der sie entweder identisch ist oder in deren Nähe sie liegt.

Ich bemerke dazu, daß auf der erst kürzlich erschienenen Karte von Deutsch-Südwestafrika von Moisel und Sprigade im Maßstab von 1 : 2 000 000 (Dietrich Reimer, 1910) eine Reihe von wichtigen Kalkpfannen und Wasserstellen nicht mehr aufgezeichnet sind, welche wir noch auf der »Kriegskarte« angeführt finden.

Anmerkungen.

[1]) Schinz, H. Deutsch-Südwestafrika. Oldenburg und Leipzig (ohne Jahreszahl). S. 338, 435, 438.

[2]) v. François. Bericht über seine Reise nach dem Okavango. Mitt. deutsch. Schutzgeb. IV. 1891. S. 208.

[3]) Schenck. Gebirgsbau und Bodengestaltung von Deutsch-Südwestafrika. Verh. d. X. deutschen geographischen Tages zu Stuttgart. Berlin 1893. S 163.

[4]) Fleck. Bericht über seine Reise durch die Kalahari bis zum Ngamisee. Mitt. deutsch. Schutzgeb. VI. 1, 1893. S. 27.

[5]) Stromer von Reichenbach. Geologie der deutschen Schutzgebiete in Afrika. München und Leipzig. 1896. S. 131.

[6]) Rohrbach, P. Deutsche Kolonialwirtschaft. Bd. I. Berlin 1907.

III. Beschreibung der von mir besuchten Kalkpfannen des östlichen Damaralandes.

Die Kalkpfanne von Okateitei (Okatjerute?).

(Fig. 1.)

Wir kamen mit einem Munitionstransport von Okazewa und ritten von Witvley, einer großen flachen Kalkpfanne, die ich nur des Nachts besucht habe, nach Norden, um unsere Abteilung wieder zu erreichen.

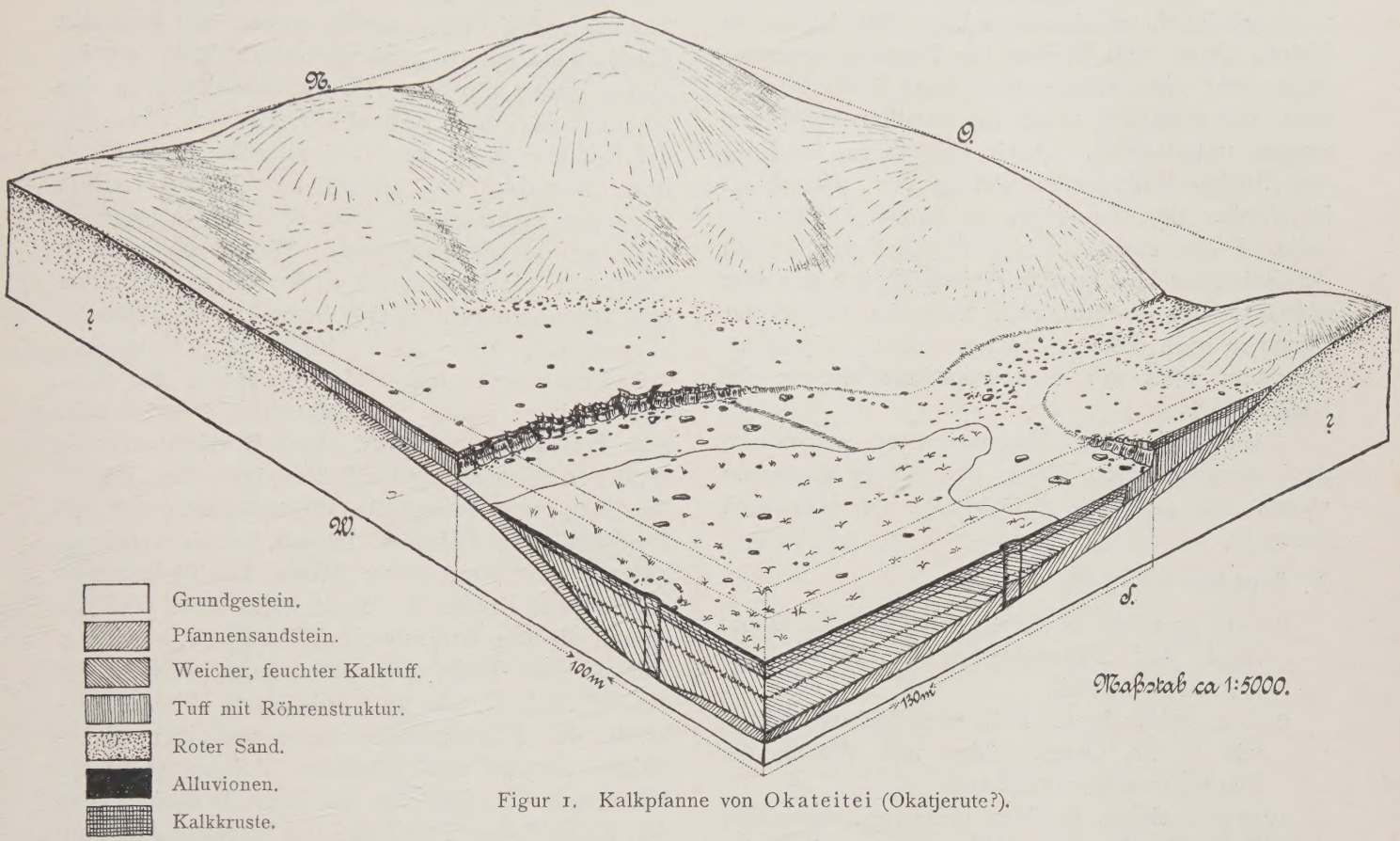
So weit das Auge sah, dehnte sich die weite Ebene aus. Die schwachen Bodenwellen wurden von der Vegetation ganz unmerklich gemacht. Dichter Dornbusch wechselte mit großen Grasflächen ab, die wie Inseln in der Buschsavanne lagen. Der Boden bestand aus tiefem roten Sand und erschwerte das Vorwärtskommen mit den beladenen Wagen außerordentlich. Niemals beobachtete ich lose herumliegende Steine oder gar ausstehendes Gestein. Alles war, wie unter einer Sanddecke begraben. Gegen Mittag des ersten Marschtages änderte sich das Landschaftsbild. Ich bemerkte am Horizont einen fernen dunklen Streifen. Es waren Bäume, die uns schon von weitem die Nähe des Wassers anzeigten. Wir näherten uns einem Rivier. Es war nur ein ganz schmales Sandbett, das sich mit einem verhältnismäßig scharfen Absatz in die Fläche des roten Sandes eingeschnitten hatte. Ich folgte jetzt dem Rivier ein Stück weit nach Westen und beobachtete bald auffällige Veränderungen im Material des Sandbettes. Zuerst vereinzelt, dann aber immer mehr und mehr, fand ich Bruchstücke von blendend weißem Kalk. Die Trümmer waren meist eckig und scharfkantig. Keines zeigte irgendwelche Spuren eines weiteren Transportes. Es war also klar, daß sie wenigstens

noch nicht sehr weit gerollt sein konnten. Beim Zerschlagen zeigte es sich, daß der Kalk im Innern gelblich gefärbt war. Außen war er von einer Schicht harten weißen Kalkes umkleidet, deren Sinterstrucktur deutlich zum Ausdruck kam. Bei einigen Schollen bemerkte ich eigenartige Röhren, welche sie in einer Richtung parallel zueinander durchzogen. Je weiter ich dem Rivier nach Westen folgte, desto häufiger wurden die Kalktrümmer. Jetzt fand ich auch ein ganz anders geartetes Gestein. Es war ein Stück eines harten, dunklen, sandigen Kalks, an dem ich keine charakteristische Struktur entdecken konnte. Als ich dann noch weiter ritt, weitete sich der das Rivier begleitende Busch und vor mir lag eine kleine Kalkpfanne, ein ganz flaches, fast rundes Becken, von ungefähr 400 m Durchmesser.

Ich sah vom Rivier aus eine senkrechte Vertiefung innerhalb einer Kalkablagerung. Es lagert sich ein äußerer Kranz, der nur an der Mündungsstelle des Riviers unterbrochen war, um einen zentralen Teil. Der Übergang vom Rivier zu diesem wurde durch eine mit Sand bedeckte Böschung dargestellt. Auf ihr stieg man zum Pfanneninneren hinunter, während der äußere Kalkkranz sich ungefähr in derselben Höhe hielt. Der senkrechte Abfall, mit dem der äußere Teil der Pfanne nach dem Innern abbrach, hatte eine Höhe von ungefähr 1.5 m.

Der innere Teil der Kalkpfanne, kurz das Pfanneninnere genannt, hatte einen Durchmesser von etwa 200 m. Es senkte sich scheinbar vom Fuße des Abfalls nach der Mitte zu, denn hier befand sich ein Schlickkuchen von grauschwarzem, humösem Material, das kreuz und quer durch Trockenrisse in zahlreiche Stücke zerborsten war. Ihre Außenkanten waren etwas hochgebogen, so daß sie wie flache Teller aussahen. In den Schlick eingebacken und stellenweise auch an der Oberfläche liegend, bemerkte ich zahlreiche Trümmer von derselben Beschaffenheit, wie ich sie bereits im Rivier gesehen hatte. An einigen Stellen erkannte ich, daß der Schlickkuchen nur wenige Zentimeter mächtig war und daß sich unter ihm eine feste harte Kalkkruste befand, die sich in nichts von den Kalktrümmern unterschied. Auf dem Schlick gedieh stellenweise ein wolliges Gras, das stets in isolierten kleinen Büscheln zusammenstand und sich wesentlich von dem harten Gras der Sandebene unterschied.

Zwischen dem Schlickkuchen und dem Fuße des senkrechten Kalkabfalles trat ein etwa 100 m breiter Streifen festen Gesteins zutage, der in verschiedenen Teilen des Pfanneninneren eine gänzlich



Figur 1. Kalkpfanne von Okateitei (Okatjerute?).

andere Beschaffenheit zeigte. Im Norden war das Material dunkel gefärbt und glich im allgemeinen den Trümmern des dunklen Kalksandsteins, den ich schon im Rivier gefunden hatte. Die Oberfläche war glänzend und stellenweise machte sie den Eindruck, als ob sie mit Lack überzogen wäre. Diese Schicht setzte sich scheinbar unter dem Kalkabfall fort. Sie wurde also von dem Material des äußeren Teiles der Kalkpfanne überlagert. Dicht am Fuße des Abfalles lagen auf dieser Ablagerung weiße Kalkschollen mit der eigenartigen Röhrenstruktur, die augenscheinlich an sekundärer Lagerstätte lagen. Im Süden, Osten und Westen des Pfanneninneren dagegen trat eine schneeweiße harte Kalkkruste zutage, die ebenfalls unter die randlichen Ablagerungen untertauchte. Auch hier lagen am Fuße des Abfalles Kalkschollen von der Art, wie ich sie im Norden des Pfanneninneren bereits beschrieben habe. Dieser enge Anschluß der Kalkschollen mit der Röhrenstruktur an den Kalkabfall war mir sehr auffällig. Ich suchte daher auch im Innern der Pfannnen nach diesen Schollen. Jedoch vergebens, sie waren stets nur eine Begleiterscheinung des Kalkabfalles.

Den Aufbau des Pfanneninneren erschlossen zwei Brunnenlöcher, die in den Boden eingesenkt waren. Ich gebe die Schichtfolge von oben nach unten an.

A. Östliches Brunnenloch:

0.10 m grau bis schwarzer, scheinbar aus Staub, Sand und Pflanzenresten bestehender getrockneter Schlick.

0.30 m weißer harter Kalk ohne Röhrenstruktur, wie er im Osten, Süden und Westen des Pfanneninneren zutage trat.

1.00 m weicher, feuchter, grabbarer, mergeliger Kalktuff. In diese Ablagerung schien eine Lage von kleinen Kalktrümmern eingebacken zu sein.

Dunkler fester Kalksandstein, wie er im Norden an die Oberfläche kam.

B. Nördliches Brunnenloch, das sich ungefähr 60 m von dem ersten befand.

0.10 m, wie oben,

0.30 m, wie oben,

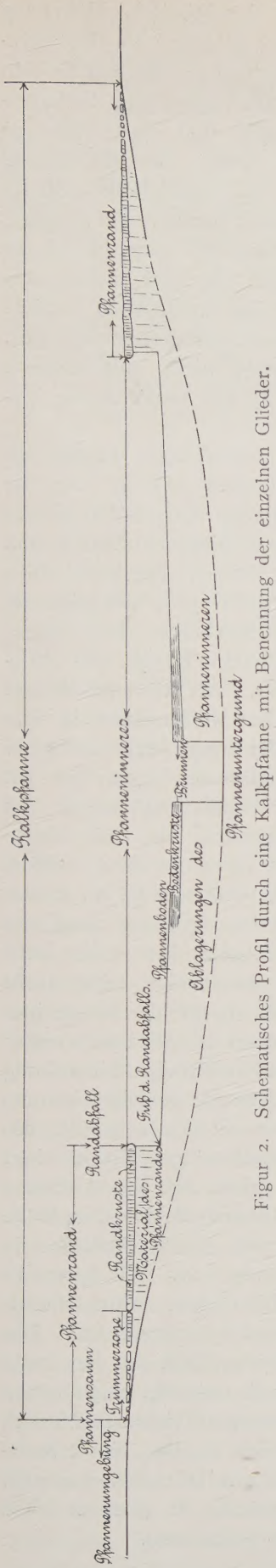
1.50 m, wie oben.

Hier fehlte der dunkle Kalksandstein, den ich im anderen Brunnen am Boden gefunden hatte. Statt seiner stieß ich auf

Granit, der nur wenig Glimmer enthielt. Ich holte ein Stück davon mit dem Eimer heraus. Da ich diesen Granit in der Umgebung der Pfanne nirgends angetroffen hatte und nicht annehmen konnte, daß dies Stück in den Brunnen geworfen war, so vermutete ich, daß der Granit unter der Pfanne anstehend war.

Wenn also der Untergrund der Kalkpfanne aus dem Grundgestein bestand, so müßte der Kalksandstein darüber lagern. Da sich zwischen diesem und dem weichen Kalktuff anderseits kein Übergang befand, so ging daraus hervor, daß das Pfanneninnere sich aus einer älteren und einer jüngeren Ablagerung aufbaute.

Den Kranz von Kalkablagerungen, der das Pfanneninnere rings umgab, wollen wir kurz den Pfannenrand nennen. Es war ein ungefähr 100 bis 150 m breiter Streifen. Am Randabfall war es eine zusammenhängende Kalkschicht, die sich nicht von der Kalkoberfläche im Pfanneninneren unterschied. Ihre Oberfläche war glänzend weiß und knollig. Sie zeigte mehrfach deutliche Spuren der lösenden Wirkung des Regenwassers. Weiter nach außen löste sich die Kalkschicht allmählich in eine Zone von Trümmern auf. Zuerst bemerkte ich Risse im Pfannenrand, dann bereits losgelöste Schollen, die weiter nach außen immer kleiner wurden. Sie lagen hier in einem weißen Sand eingebettet, der sie bald ganz verdrängte und selbst allmählich in den roten Sand der Pfannenumgebung überging. Der Aufbau des Pfannenrandes war überall vorzüglich durch den Randabfall aufgeschlossen. Ich sah, daß ein weicherer Kalktuff von etwa einem Meter Mächtigkeit von einer harten Kruste überlagert war. Hier fand ich überall die charakteristische Röhrenstruktur wieder, von der ich schon gesprochen habe. Sowohl der weiche Kalktuff, als auch die harte Oberflächenkruste des Pfannenrandes waren von einem eigenartigen System von parallelen Röhren senkrecht durchzogen. So erklärten sich auch die Beziehungen der Kalkschollen am Fuße des Randabfalles zum Pfannenrande selbst. Die Röhrenstruktur begünstigte das senkrechte Zurückweichen der randlichen Ablagerungen. Dieser Vorgang ging im weicheren Kalktuff schneller vonstatten, so daß die Kruste des Pfannenrandes bald über seine Unterlage hinausragte und dank der Röhren senkrecht abbrach, sobald sie sich nicht mehr zu tragen vermochte. Ich hatte bemerkt, daß die randlichen Ablagerungen sich nach außen hin in Trümmer auflösen, während sie am Randabfall etwa 1.50 m mächtig waren. Daraus ging hervor, daß die Schicht sich nach außen hin auskeilte. Da aber die Oberfläche des Pfannenrandes im allgemeinen horizontal war, so folgte weiter daraus, daß die Ablagerungen auf einer schiefen Fläche lagen, welche den Rand einer ehemaligen Vertiefung in der Oberfläche gebildet hatte. Die Kalkpfanne hatte sich also in einer



Figur 2. Schematisches Profil durch eine Kalkpfanne mit Benennung der einzelnen Glieder.

Vertiefung im Sande abgelagert, die allem Anscheine nach in diesem Falle bis auf das Grundgestein hinabreichte.

Wenn das richtig ist, so hatte die Sandbedeckung in der Nähe der Kalkpfanne eine Mächtigkeit von etwa 5 bis 8 m.

Da ich die Röhrenstruktur im Innern der Pfanne nicht angetroffen, anderseits aber festgestellt hatte, daß das Material des Pfannenrandes sich nicht von dem jüngeren Kalktuff des Pfanneninneren unterschied, so ergab sich für beide wohl dasselbe Alter, aber verschiedene Ablagerungsbedingungen.

Die Umgebung der Kalkpfanne bildete tiefer roter Sand, in dem eine dichte Buschvegetation gedieh. Mehrere größere Anabäume erhoben ihre breiten Kronen hoch über die kugelförmigen Dornbüsche. Ich suchte vergebens nach irgend einer Aufragung des Grundgesteins, dem Granit des nördlichen Brunnenloches. Ebensowenig vermochte ich den dunklen Kalksandstein außerhalb der Pfanne anstehend zu finden.

Da die Benennung der einzelnen Glieder der Kalkpfanne in der Literatur nicht immer ganz einheitlich und einsinnig erfolgt ist, so stelle ich, um alle Irrtümer zu vermeiden, die Bezeichnungen an der Hand eines Schemas zusammen, deren ich mich in folgendem bedienen werde (Fig. 2).

Die Kalkpfanne von Owikokorero.

Als ich im Juni 1904 von Okahandja nach dem Waterberg ritt, traf ich eine Reihe von Kalkpfannen. Wir durchquerten den Gebirgszug der Kaiser Wilhelms-Berge (Otjihawero), indem wir im allgemeinen dem Rivierbett des Swakop folgten.

Bei Otjosazu erreichten wir wieder die freie, weite Ebene. Nach ungefähr dreitägigem Marsche, durch tiefen roten Sand bemerkte ich in der Ferne einen Inselberg. Das war der Owikokoreroberg, in dessen Nähe die schöne Kalkpfanne lag, die wegen ihres Wasserreichtums so große Bedeutung in unserem Feldzug gewonnen hatte. Die Landschaft bot nicht die geringste Abwechslung. Es ging über weite Grasflächen oder durch dichten Dornbusch. Hier und da kamen wir an einem kleinen Vley vorbei, in dem meist offenes Wasser stand, ein recht ungewohnter Anblick in diesem trockenen Lande. Am Abend, nach beschwerlichem Marsche durch den dichten Hakjesdornbusch, kamen wir an ein großes rundes Kalkbecken von etwa 1000 m Durchmesser, das Bild 2 zeigt. Es war die Kalkpfanne von Owikokorero.

Der rote Sand ging allmählich in weißen über. Dann bemerkte ich zuerst vereinzelt, bald aber zahlreiche Kalkbrocken der Trümmerzone, die nach kurzer Strecke in eine zusammenhängende Kalkschicht überging. Ihre Oberfläche war stark verwittert; der Regen hatte viele, oft mehrere Zentimeter tiefe Löcher hineingewaschen. Diese Kalkpfanne zeigte nur an einer einzigen Stelle, und zwar im Südosten eine Strecke weit, einen typischen Randabfall, wie wir ihn in der Pfanne von Okateitei angetroffen hatten. Er war stellenweise fast 2 m hoch, wurde aber nach beiden Seiten immer niedriger und verschwand bald ganz. Auch hier lag ein weicherer Kalktuff unter einer harten Oberflächenkruste. Beide waren gleichfalls von den charakteristischen Röhren durchzogen. Der Pfannenrand hatte eine Breite von etwa 200 m. Seine anfangs zusammenhängende Schicht löste sich dann in die schon beschriebene Trümmerzone auf. Im übrigen Teil der Pfanne war ein Randabfall nicht zu finden; hier führte eine sanfte Böschung in das tiefer gelegene Innere hinein. Aber ich bemerkte einige Schollen mit der Röhrenstruktur, die für die randlichen Ablagerungen bezeichnend war. Es erweckte den Anschein, als ob der »Pfannenrand« hier bereits völlig zurückgedrängt war und daß noch einige Schollen seiner einstigen Oberflächenkruste seine ehemalige Existenz bezeugten. Ich glaube daher, daß es bei genauerer Untersuchung wohl möglich gewesen wäre, die Grenze der randlichen und zentralen Ablagerungen festzustellen.

Am Boden des Pfanneninneren lagen auf der harten Kruste viele Kalktrümmer und stellenweise auch Sand. Das zeigt auch das Bild 3, das mit einem Blick auf die Brunnen der Pfanne, die flache Einsenkung derselben deutlich zum Ausdruck bringt. Die Wasserlöcher ermöglichten mir wieder einen Einblick in den Aufbau dieser Kalkpfanne.

0.40 m harter, glänzend weißer Kalk, der ganz allmählich überging in

2.00 m mürben feuchten Kalktuff von dunklerer Färbung, der aber an der Oberfläche schnell erhärtete und weiß wurde.

Es gelang mir nicht, den Untergrund der Pfanne von Owikokorero festzustellen. Alles, was ich aus den Brunnenlöchern herausholen konnte, war Kalkschlamm. Die Kalktuffschicht schien nicht ganz durchsunken zu sein, denn es floß schon jetzt genügend süßes Wasser nach, so daß der Zweck der Löcher vollkommen erfüllt war.

Des Mittags brütete über der Pfanne eine furchtbare Hitze. Es wurden dann so stark aufsteigende Luftströme gebildet, daß Bäume, Wagen, Menschen und Tiere, die auf der anderen Seite der Pfanne standen, von der wirbelnden Luft stark verzerrt wurden. Das ganze Bild flimmerte in einer ähnlich unangenehmen Weise, wie bei schlechten kinematographischen Vorführungen. Fast täglich beobachtete ich, daß sich in der Kalkpfanne ein heftiger Wirbelwind bildete, der große Sand- und Staubmengen in recht bedeutende Höhe hob und aus der Pfanne hinaustrug. Diese Erscheinung trat oft so stark auf, daß Zelte und Wagenplanen von ihren Befestigungen losgerissen wurden.

Die Umgebung der Kalkpfanne von Owikokorero bestand wieder aus tiefem roten Sand, aus dem im Norden nur der oben bereits erwähnte Berg unvermittelt und mit steiler Böschung hervorsah. Er war ungefähr 100 m hoch und war über und über mit grobem, eckigem Granitschutt bedeckt. Er bildete eine Aufragung des Grundgesteins, welche die Vermutung aufkommen ließ, daß dieses in geringer Tiefe unter der Pfanne ebenfalls anstehend wäre. Sicheres darüber festzustellen, war mir nicht möglich. Im Südwesten der Pfanne, ungefähr 1 km von ihren Kalkablagerungen entfernt, trat plötzlich ein Rivier auf, das vermutlich das Wasser, welches es unterirdisch führte, aus dem Vorrat der Kalkpfanne entnahm.

Die Kalkpfanne von Otjire.

Von Owikokorero zogen wir weiter nach Norden. Immer wieder dasselbe Bild. Tiefer Sand und dichter Dornbusch. Nur einmal erschien im fernen Osten, in blauen Dunst gehüllt, der stattliche Höhenzug der Okongawaberge. Sonst bildeten die Termitenhaufen die einzige Abwechslung in der Landschaft. Ihre 3 bis 4 m hohen Bauten ragten über die kugelförmigen Dornbüsche hinweg und waren für uns wertvolle Aussichtstürme, wenn uns die Bäume fehlten. Mir fiel auf, daß die Termiten ihre Kegel niemals in den körnigen Sand bauten. Sie pflegten, soweit ich es beurteilen konnte, stets in feinem festen roten Boden zu bauen, der hier und da lokal auftrat und eine Depression auszufüllen schien. Die Termitenkegel selbst waren außerordentlich hart. Es gelang mir beispielsweise nicht, mit meinem Gewehr durch die etwa 25 cm starke Spitze hindurch zu schießen.

Gegen Abend dieses Marschtages kamen wir an die Kalkpfanne Otjire (Osire) (Bild 4). An der tiefsten Stelle einer deutlichen Depression in der Sandoberfläche, die auf dem Bilde vorzüglich zum Ausdruck kommt, lag die Pfanne. Sie hatte einen Durchmesser von ungefähr 100—150 m und zeichnete sich von allen bisher beschriebenen durch einen See aus, der rings von einem Kranz von Kalkablagerungen umgeben war. Als ich zum Wasser hinunterritt, kam ich bald auf weißen Sand, in dem anfangs vereinzelt, dann aber immer mehr und mehr eckige Trümmer der Randkruste lagen, bis ich letztere selbst betrat. Der Pfannenrand umgab mit seinen Ablagerungen rings den See mit einem kleinen Abfall, an den die Röhrenstruktur deutlich zu erkennen war. Nur an einer Stelle, im Osten, auf dem Bilde rechts, schien er unter Sand und Kalktrümmern begraben zu sein; hier fehlte auch der Randabfall. Näheres konnte ich leider nicht feststellen. Aber es schien, als ob hier ein kleines Rivier die Pfanne verließ, denn es schloß sich weiter nach Osten eine flache muldenförmige Einsenkung in der Sandebene daran, die ich nicht verfolgen konnte. Das Pfanneninnere war ganz mit Wasser gefüllt, das nach den Aussagen der landeskundigen Farmer einer Quelle entstammt. Jedoch schien mir das Auftreten einer richtigen Quelle in diesem flachen Sandfelde um so zweifelhafter, als von einem Abfließen in letzter Zeit nichts zu bemerken war. Wir hatten es hier vermutlich mit einer Depression zu tun, die bis unter den Grundwasserspiegel hinunterreichte. Das Pfanneninnere, d. h. in diesem Falle der See hatte nirgends eine größere Tiefe, als ungefähr einen halben Meter. Das Wasser war süß und zum Trinken für Mensch und Tier geeignet. Über den Aufbau dieser Kalkpfanne konnte ich nichts ermitteln, da keinerlei Aufragungen des Grundgesteins in nächster Nähe irgendwelche Vermutungen gestatteten.

Die Kalkpfanne von Okatjewakane.

(Omukatjewa?, etwa 40 km nordöstlich von Hamakari.)

Von Otjire aus ging es nach dem Waterberg, an dessen Fuße zahlreiche Quellen mit fließendem Wasser entsprangen. Dieser Tafelberg erhob sich nach kurzem flach geböschten Anstieg senkrecht aus der Fläche. An seinen Quellen sammelte sich damals das ganze Volk der Hereros mit seinen hunderttausenden Stück Vieh, die ihr Nationalvermögen bedeuteten, um den letzten entscheidenden Schlag abzuwarten. Hier fand das gewaltige Ringen statt, das ein kräftiges und leistungsfähiges Volk bis auf ein Häuflein mutloser Eingeborener vernichtete. Am Waterberge nehmen auch eine Reihe von Strömen ihren Ursprung, die in dem Teile, in dem ich sie kennen lernte, typischen Omuramba-Charakter hatten, und die in einer Tiefe von fast 10 m bedeutende Wassermengen führten. Um eines dieser Löcher, das den Namen Hamakari führt, ging der heiße Kampf des 11. August 1904. Es war ein tiefes Wasserloch, das in das lehmige Bodenmaterial des bewachsenen Omurambas eingelassen worden ist.

Nach dem Gefecht bei Hamakari verfolgten wir in größter Eile die fliehenden Hereros, indem wir im allgemeinen den Lauf des Omuramba begleiteten. An Stelle des meist lehmigen Materials trat manchmal auf verhältnismäßig kurze Strecken weißer Sand, in dem fließendes Wasser deutliche Betten eingeschnitten hatte. Nach einem angestrengten eintägigen Marsche erreichten wir eine Kalkpfanne, die allgemein Okatjewakane genannt wurde (Bild 5). Wir stießen auf Kalktrümmer im Sande und kamen bald auf eine zusammenhängende Kalkschicht mit unregelmäßig verwitterter Oberfläche, die aber stellenweise stark mit Sand verschüttet war. Bis auf den versandeten Pfannenrand hatte diese Kalkpfanne aber ein merkwürdig anderes Aussehen, als die bisher beschriebenen. Der Pfannenrand schloß einen fast quadratischen Pfannenboden ein, zu dem er im allgemeinen etwa 1.5 m abfiel. Aber der Randabfall zeigte ganz eigenartige Beschaffenheit. Während ich im Südwesten und Nordosten einen typischen Randabfall mit Röhrenstruktur und zum Teil überhängender Kruste beobachtete, bemerkte ich im Nordwesten und Südosten der Pfanne etwas ganz Neues. Das Bild Nr. 6 zeigt den Randabfall im Nordwesten aus der Nähe. Hier konnte von einem senkrechten Zurückgehen des Pfannenrandes nicht die Rede sein. Ich sah ein fortwährendes Ein- und Ausspringen der Kalkschichten. Harte Bänke waren herauspräpariert und weiche Zwischenlagen oft ziemlich tief ausgewittert. Bei näherer Untersuchung zeigte es sich, daß die widerstandsfähigeren Bänder durch Kalktrümmer gebildet wurden, die zwischen weicherem Kalktuff eingebettet lagen. Nur an einer Stelle gelang es mir, auch hier die charakteristische Röhrenstruktur festzustellen; ich fand sie aber nur in den weichen Kalktuffzwischenlagen. Auffällig an dieser Erscheinung war mir das eigenartige Gegenüberliegen der gleichen Abfallsformen, zumal der typische Randabfall quer zu dem Bett des Omuramba verlief, in dem die Kalkpfanne lag.

Der Pfannenboden war fast gänzlich durch Sand verdeckt, der stellenweise bis an die Randkruste hinaufreichte, wie es auf dem Bilde Nr. 5 rechts zu erkennen ist. Aber ein Brunnen gewährte mir einen Einblick in den Aufbau dieser Pfanne. Ich stellte hier folgendes Profil fest.

0.30 m harte weiße Kalkkruste ohne Röhrenstruktur,
1.50 m dunkler mergeliger Kalktuff, welcher an der Oberfläche schnell bleichte.

Das Wasser der Kalkpfanne war schwach salzig, konnte aber noch getrunken werden. Leider konnte ich wieder nichts über den Pfannenuntergrund in Erfahrung bringen. Aus dem tiefen roten Sande der Umgebung ragten zwar einige flache Granitbuckel heraus, aber die Erfahrung lehrte, daß die Omiramba tief in das Grundgestein eingeschnitten sind, denn bei Hamakari fand ich Wasserlöcher von über 10 m Tiefe im Bett des Omuramba, während außerhalb desselben verschiedentlich Grundgestein zutage trat.

Die Kalkpfanne von Otjimbinde.

(Otjombuku?, etwa 40 km nördlich von Owikokorero.)

Nachdem der Wassermangel unserem weiteren Vordringen in die Omaheke ein Ziel gesetzt hatte, kehrten wir auf demselben Wege nach Hamakari und Otjire zurück, um unter Vermeidung der großen Durststrecken ins Stromgebiet des Eiseb zu gelangen. Von Otjire aus zogen wir südlich immer durch den gewohnten tiefen roten Sand, der unseren von Anstrengungen, Hunger und Durst gänzlich erschöpften Tieren nur sehr langsames Vorwärtskommen gestattete. Nach mehr als sechsstündigem Marsche lichtete sich endlich der dichte, ewig gleiche Dornbusch und vor uns lag eine Kalkpfanne von fast 700 m Durchmesser, die allerdings unsere Hoffnung auf Wasser bitter enttäuschte. Es war die Pfanne von Otjimbinde. Es trat zuerst die bekannte Kalktrümmerzone auf, die bald von den zusammenhängenden Schichten des Pfannenrandes abgelöst wurde. Hier fehlte der Randabfall vollkommen; er wurde durch eine sanfte Böschung nach dem Innern der Kalkpfanne ersetzt. Auf der

glänzend weißen, knolligen Kalkkruste lagen in den randlichen Partien zahlreiche Schollen mit der charakteristischen Röhrenstruktur, von denen wir bereits annahmen, daß sie aus der völligen Zerstörung des Pfannenrandes hervorgegangen wären. In der Mitte der Kalkpfanne konnte ich sie daher auch hier nicht bemerken. An der tiefsten Stelle des »Pfanneninneren« lag ein Schlickkuchen mit vielen Kalkstücken. Im Norden trat ein schmales Rivier in die Kalkpfanne ein, das scheinbar viel Sand hineingeschwemmt hatte, denn es machte den Eindruck, daß sein Wasser einst in die Pfanne geflossen wäre. Während wir sonst stets Kalkschollen usw. vom Pfannenmaterial im Sande des Riviers gefunden hatten, konnte hier nichts davon beobachtet werden. Da die Pfanne keinen Brunnen hatte, konnte ich kein Profil nehmen. In der Pfannenumgebung bemerkte ich an drei verschiedenen Stellen Aufragungen von Granit. Es lag daher der Gedanke nahe, daß er auch unter den Kalkablagerungen in verhältnismäßig geringer Tiefe vorhanden war.

Die Kalkpfanne von Engerawau.

Von Otjimbinde ritten wir ostwärts und trafen nachts eine schöne Kalkpfanne Otjosondu, die ich mir nicht näher ansehen konnte. Noch etwa 20 km weiter östlich lag in einer flachen beckenartigen Vertiefung im Sande einer weiten Grasebene die Kalkpfanne von Engerawau mit offenem Wasser. Der tiefe rote Sand ging bis unmittelbar an die Kalkablagerungen der Pfanne. Die Trümmerzone war hier nur wenig ausgebildet. Stellenweise wurde der Sand direkt von den zusammenhängenden Schichten des Pfannenrandes abgelöst. Im Norden lagerte der Sand sogar auf ihnen. Er verdeckte hier den Pfannenrand und ging mit sanfter Böschung in das Wasser des Pfanneninneren hinein. Sonst war der Randabfall im allgemeinen normal ausgebildet. Er hatte die übliche Röhrenstruktur und fiel senkrecht nach dem Innern der Pfanne ab. Seine Höhe betrug hier nur etwa einen halben Meter, wenn die Pfanne nicht zum Teil mit Sand aufgefüllt war. Ein Aufschluß war naturgemäß nicht vorhanden und in der Umgebung der Kalkpfanne trat nirgends das Grundgestein zutage.

Die Kalkpfanne von Oparakane.

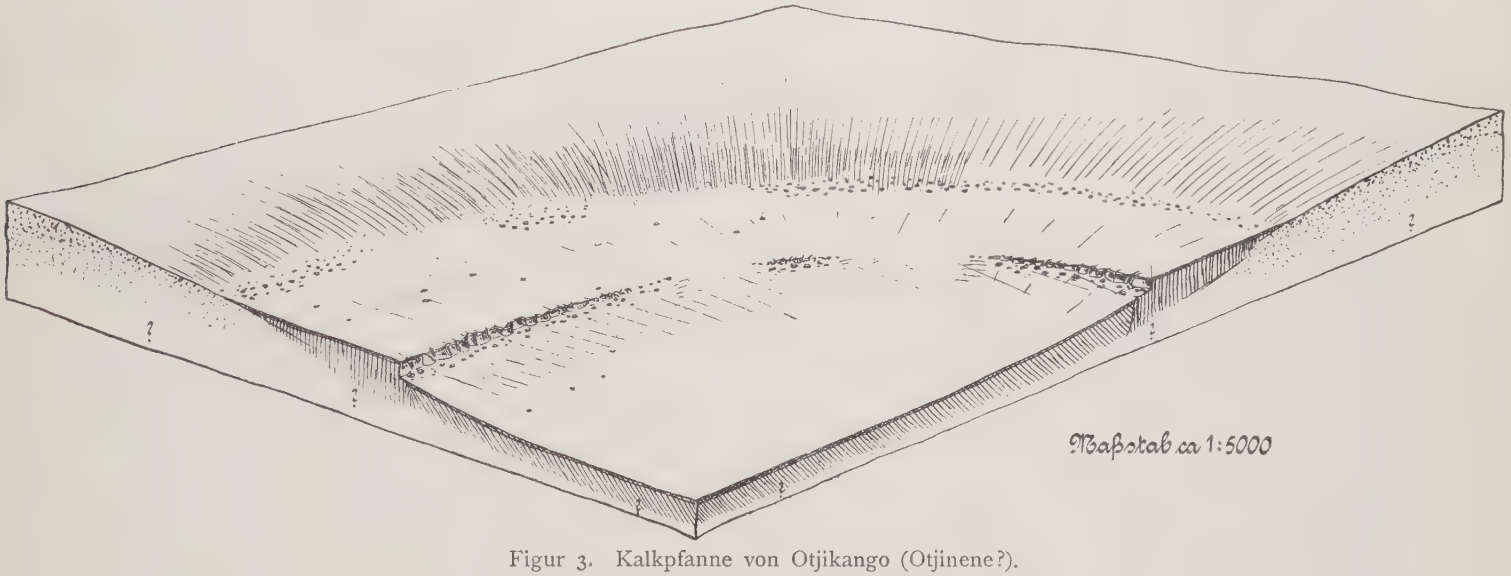
Ungefähr 50 km östlich von Engarawau kamen wir ins Tal des Eiseb. Er war hier ein typischer Omuramba, ein weites Strombett mit sandig-lehmigen Ablagerungen und üppiger Vegetation. Ein Abkommen konnte hier seit langem nicht stattgefunden haben. Mitten in einer reizvollen Parklandschaft, wie wir sie im östlichen Damaralande nur an besonders bevorzugten Stellen gefunden hatten, lag die Kalkpfanne Oparakane. Sie hatte einen Durchmesser von etwa 200 bis 250 m (Bild 7). Der Eiseb führte hier in geringer Tiefe einen kräftigen Grundwasserstrom. Wir holten unser Wasser nicht aus der Kalkpfanne, die mit einem Sumpfe ausgefüllt war, sondern aus Pützen, die in unserem Lager gegraben waren. Von der Pfanne selbst war nur der Rand sichtbar. Wenn er auch schon ziemlich weit zerstört war, so ließ seine Beschaffenheit doch keinen Zweifel darüber, daß wir es hier mit einer richtigen Kalkpfanne zu tun hatten. Der Rand war vollkommen in Trümmer aufgelöst, die in dem lehmigen Omurambamaterial zerstreut lagen. An Stelle des senkrechten Abfalles führte eine steile Böschung etwa einen halben Meter zu dem Sumpfe hinunter. Auf der Böschung lagen zum Teil mächtige Schollen, deren Röhrenstruktur lehrte, daß sie der ehemaligen Randkruste der Kalkpfanne entstammten. Das Pfanneninnere hatte augenscheinlich einst offenes Wasser gehabt. Es wurde aber langsam durch Sand und Staub, den die Winde der trocknen Jahreszeit hineingeworfen hatten, aufgefüllt, so daß sich bald eine saftige Grasvegetation darin ansiedelte. In dem Sumpfe lebten zahlreiche Frösche und Schildkröten, ein Beweis, daß hier ständig Wasser vorhanden war. Interessanter war aber das Vorkommen von lebenden Mollusken, die ich leider nicht näher bestimmen konnte.

Die Kalkpfanne von Otjikango (Otjinene?).

Von Oparakane ritten wir nach Nordosten in die Omaheke hinein, indem wir im allgemeinen dem Laufe des Eiseb folgten. Die schöne Parklandschaft wurde bald von einem öden Grasgebiet verdrängt. Der Grundwasserspiegel sank mehr und mehr. Die Pützen, aus denen wir unser Trink- und Tränkwasser schöpften, wurden zusehends tiefer und bald waren auch die Konturen des Flußbettes mehr oder weniger vollkommen verwischt. Der Boden war jetzt überwiegend sandig und wir nahmen unseren Weg über ein System von Sandwällen, die den Eiseb fast parallel zu begleiten schienen. Die Wälle hatten im allgemeinen nur eine Höhe 2 bis 3, höchstens 4 m. Ich hatte den Eindruck, daß es sich hier um Uferwälle handeln könnte, welche der einst viel stärker abkommende Eiseb links und rechts von seinem Bett angehäuft hatte. Heute waren diese Uferwälle durch Gräser festgelegt. In der Nähe einer Wasserstelle Otjikango (Otjinene?), wo die fliehenden Hereros Hunderte von Wasserlöchern in das Bett des Eiseb gegraben hatten, um ihr verdurstendes Vieh zu tränken, fand ich etwas abseits eine kleine Kalkpfanne (Figur 3). Es schien mir, daß sie noch

innerhalb der Uferwälle lag und ihr Wasser einst einem höheren Grundwasserstande des Eiseb verdankt hatte. Jedoch dies sind nur Vermutungen, die ich durch nichts zu stützen vermag. Es war die am weitesten in die Omaheke vorgeschobene Kalkpfanne, die ich beobachtet habe. Noch tiefer ins Dünengebiet hinein habe ich nie mehr eine angetroffen und wir schöpften unser Wasser stets aus Pützen, die wir mühsam in den Sand graben mußten.

Die Kalkpfanne hatte einen Durchmesser von nur 100 m. Sie war, ich möchte fast sagen, ein Modell einer Kalkpfanne. Der Pfannenrand zeigte die typische Auflösung seines äußeren Saumes in eine Trümmerzone und nach dem Pfanneninneren zu einen kleinen Abfall mit überhängender Kruste.



Figur 3. Kalkpfanne von Otjikango (Otjinene?).

Die Röhrenstruktur war hier sowohl in dem weicheren Kalktuff, als auch in der harten Oberflächenkruste deutlich zu erkennen. Das Pfanneninnere, das sich noch ein wenig nach der Mitte zu senkte, wies neben den Schollen am Fuße des Abfalles nur wenige Trümmer auf, die auf seiner harten knolligen und löcherigen Oberfläche lagen. Ein Brunnen war hier nicht vorhanden. Ich konnte daher auch nicht den Aufbau dieser Pfanne studieren. Außerdem konnte ich keinerlei direkte Beziehungen zu einem Flußbett wahrnehmen.

Die Kalkpfanne von Owingi.

Zum Schluß möchte ich noch eine Kalkpfanne beschreiben, an der ich Anregung und Zeit genug hatte, einige besondere Studien zu machen. Als wir Ende Oktober von Epukiro aufbrachen, um nach Windhuk zu reiten, hatte ich Gelegenheit, noch einmal mitten durch das eigentliche Kalkpfannengebiet des östlichen Damaralandes zu reiten. Es war am Ende der Trockenzeit. Überall war die Wassernot groß. Sehnsüchtig wartete alles, Mensch, Tier und Pflanze, auf einen erfrischenden Regen, dessen Vorboten wir schon seit einiger Zeit in Gestalt einiger Wolken an dem sonst so reinblauen Himmel freudig begrüßt hatten. In Kanduwe, einige Kilometer westlich von Epukiro, einem sonst reichen Wasserplatze, war kein Tropfen Wasser zu erhalten. Das bedauernswerte Vieh, das sich unter den größten Anstrengungen bis an die ihnen bekannte Wasserstelle geschleppt hatte, sank erschöpft nieder und verendete an der Stelle, an der es so oft seinen Durst gelöscht hatte.

Desto erfreulicher war das Erwachen der Natur. Die Nächte brachten schon hier und da einige Tauniederschläge. Das genügte, um die Vegetation den nahen Frühling ahnen zu lassen. So kam denn Leben in die einst so eintönige Savanne. Das saftige Grün des frischen Laubes und die weißen und gelben Blüten der Akazien gaben ein frisches Bild voll Lebenskraft und -freude. Bunte Schmetterlinge wiegten sich im blanken Sonnenscheine und die graue Grassteppe verwandelte sich bald in einen farbenprächtigen Teppich.

Unsere müden Tiere erwachten aus dem Stumpfsinn, zu dem der stete Durst und die dauernde Anstrengung sie gebracht hatten. Sie wurden lebhafter und schneller ging es, trotz des tiefen Sandes, durch das leicht gewellte Gelände. Ungefähr 50 km südlich von Epukiro trafen wir die schönste Kalkpfanne, die ich im östlichen Damaraland gesehen habe, Owingi, die Bild 8 in ihrer ganzen wissenschaftlichen und landschaftlichen Schönheit zeigt. Ich hatte die Pfanne früher schon einmal besucht und erkannte sie schon von weitem an ihren zahlreichen prächtigen Anabäumen, die sich mit ihren blüten-

schweren, farbenreichen Kronen hoch über die Buschsavanne erhoben.

Die Pfanne ist fast rund und hat einen Durchmesser von etwa 200 m. Nachdem ich die nur wenig ausgebildete Trümmerzone überschritten hatte, betrat ich die weiße knollige und verwitterte Oberflächenkruste des Pfannenrandes. Er brach an einigen Stellen, im Norden, senkrecht zu dem um etwa 2 m tiefer gelegenen Pfannenboden ab; an anderen Stellen war der Randabfall durch eine sanfte mit Kalktrümmern bedeckte Böschung ersetzt. Beides kommt auf dem Bilde recht deutlich zum Ausdruck; rechts der herrliche Randabfall mit der überhängenden Kruste, an dem die Röhrenstruktur in äußerst charakteristischer Weise zu erkennen ist, und links die sanfte Böschung. Man erkennt auf dem Bilde auch ihre Lagebeziehungen; während der typische Pfannenrand sich mit seinem Abfall weit in die Pfanne vorschiebt, tritt die mit zahlreichen Trümmern bedeckte Böschung deutlich zurück. Nie hatte ich die überhängende Randkruste und die Röhrenstruktur im östlichen Damaralande in so schöner Weise beobachten können. Die Kruste zeigte mächtige Risse senkrecht und zum Teil auch parallel dem Randabfall. Sie bezeichneten die Schollen, die vielleicht in nicht allzuferner Zeit, zum Pfannenboden hinabstürzen werden, um sich denen zuzugesellen, die bereits dort lagen.

Der Pfannenboden hatte fast überall eine dünne Bedeckung von grauem humösen Boden, auf dem stellenweise eine spärliche Vegetation gedieh. Daneben fanden sich aber zahlreiche Kalktrümmer (die der Besitzer der Farm Owingi etwas beiseite geräumt hatte). Nur vereinzelt trat der Pfannenboden zutage. Es war eine harte weiße Kalkkruste, die keine Röhrenstruktur besaß.

In der Mitte dieser Kalkpfanne bemerkte ich noch eine eigenartige Erscheinung. Hier befand sich eine kleine Erhebung aus blendend weißem Kalk, die bis zur Höhe des Pfannenrandes reichte. Dabei fiel mir auf, daß ihre obersten Partien unverkennbare Röhrenstruktur aufwiesen. Der Fuß der Erhebung war leider mit Kalktrümmern bedeckt. Ich konnte daher nicht feststellen, wie sie auf den Pfannenboden aufgesetzt war. Es schien, als ob sie einst als Insel aus dem See hervorgeragt hätte, in dem sich die Kalkablagerungen gebildet hatten.

In mehreren etwa 2 bis 3 m tiefen Brunnen fand sich folgendes Profil:

0.20 bis 0.30 m harter weißer Kalk ohne Röhrenstruktur. Er schien durch Erhärtung und Kalkanreicherung aus dem darunterliegenden weichen Kalktuff entstanden zu sein.

3.00 m weicher, feuchter Kalktuff, aus dem reichlich süßes Wasser heraussickerte.

Dunkler harter Kalksandstein.

Von letzterem holte ich mit dem Eimer einige eckige Stücke aus dem Brunnen. Ich möchte annehmen, daß er nur unter den Kalkablagerungen anstehend war, denn ich bemühte mich vergebens, ähnliches Gestein in der Pfannenumgebung zu finden. Seine Beschaffenheit glich auffällig dem dunklen Kalksandstein des etwa 50 km entfernten Okateitei. Daneben bemerkte ich im Pfannenkalktuff auch zahlreiche Bruchstücke von Molluskenschalen rezenter Arten, die ich in Oparakane lebend gefunden hatte. Über die Entstehung bzw. Zerstörung dieser Kalkpfanne konnte ich, dank der Anregung eines belesenen Farmers einige nähere Untersuchungen machen, deren Resultate ich weiter unten mitteilen werde.

Die Beschreibung dieser Kalkpfannen möge genügen. Es sind naturgemäß nicht die einzigen, die ich gesehen habe, geschweige denn, die es im östlichen Damaraland gibt. Ihre Zahl im Waterberggebiet kann ich heute nicht mehr feststellen, da meine Itinerare und Aufzeichnungen darüber verloren gegangen sind. In meinen Routenaufnahmen der Ritte von Otjire nach Osten habe ich zahlreiche Kalkpfannen notiert, die ich hier der Vollständigkeit halber aufzählen möchte. Erindi Otundu, Otjosondu, Otjimbinde, Engerawau, Karidona, Otjosongombe, Oparakane, Eware, Okatambaka, Otjikango, Epata, Okombekere, Okatjekuri, Okawarumende, Sturmfeld (Otundu), Epukiro, Okarossomisse, Owingi, Owikango, Kapaue, Opatjipiko, Okateitei und Witvley.

Außerdem weiß ich von den landeskundigen Farmern, daß es im östlichen Damaralande noch eine ganze Reihe von Kalkpfannen der oben beschriebenen Art gibt. Es würde sich wohl der Mühe lohnen, diese gelegentlich auch mit in die Untersuchung zu ziehen. Vielleicht geben sie uns Aufschluß über das Verhältnis des dunklen Kalksandsteins, den ich leider nur zweimal gefunden habe, zu den jüngeren Tuffen.

IV. Der Aufbau der Kalkpfannen.

Die oben beschriebenen Kalkpfannen des östlichen Damaralandes zeigen, wie wir gesehen haben, folgende Bestandteile:

1. Die Pfannenumgebung,
2. den Pfannenuntergrund und
3. das Material
   a) des Pfannenrandes und
   b) des Pfanneninneren.

1. Die Pfannenumgebung.

Die Pfannenumgebung besteht in allen Fällen aus dem tiefen roten Sande, der das östliche Damaraland vollständig bedeckt. Der tiefe Sand geht bis unmittelbar an die Kalkablagerungen der Pfanne heran. Die Pfanne selbst liegt in einer flachen Vertiefung in der Sandoberfläche; unmerklich senkt sich der Boden von allen Seiten nach der Pfanne zu. Rund um dieselbe, d. h. also in ihrem Grundwasserbereiche pflegt die Vegetation frischer zu sein. Der dichte Dornbusch, der sie umgibt, hebt sich deutlich mit seinen leuchtenden Farben von der sonnenverbrannten Buschsavanne ab und die prächtigen Anabäume, die mit ihren schönen Kronen hoch über den Busch hinausragen, zeigen schon von weitem die Nähe des Wassers, dem sie ihre Frische verdanken.

Das Grundgestein ragt nur in wenigen Fällen durch die Sanddecke hindurch. Der Owikokoreroberg und der Otjosondu usw. sind Erhebungen des Granits, der überall unter dem Sande anzustehen scheint. Sonst trifft man, wenn auch sehr selten, flache Buckel des Grundgesteins an, die sich kaum über die Sanddecke erheben.

Die Beziehungen der Kalkpfannen zu den Flußbetten sind verschieden. Wir haben meistens:

1. Kalkpfannen, in denen ein Rivier seinen Anfang nimmt. Die Pfanne von Owikokorero liegt in der Nähe des Owikokoreroberges, wahrscheinlich über eine Vertiefung des Grundgesteins, in der sich das Wasser sammelt, um von hier aus wenigstens zeitweilig in einem Rivier abzufließen. Auch von Okateitei und Otjire gehen Riviere aus. Wir finden aber auch:
2. Kalkpfannen, die innerhalb eines Flußbettes oder seines Grundwasserbereiches liegen. Oparakane liegt im Bett des Eiseb. Otjikango scheint innerhalb der Uferwälle dieses Flusses zu liegen und sein Wasser dem Steigen des Grundwasserspiegels zu verdanken.
3. Kalkpfannen, in die ein Rivier mündet, die also aus einem kleinen Endsee entstanden sind. Die Pfanne von Otjimbinde hat nur ein Rivier, in dem aber keine Kalktrümmer gefunden wurden. Hier scheint das Rivier also in die Pfanne zu fließen.
4. Kalkpfannen, die scheinbar keine Beziehungen zu einem Rivier haben. In Owingi konnte ich in der näheren Umgebung der Pfanne kein Rivier finden.

Im allgemeinen sehen wir also, daß die Kalkpfannen enge Beziehungen zum Wasser der Flüsse zu haben scheinen.

2. Der Pfannenuntergrund.

Pfannenuntergrund nennen wir das unter den Kalkablagerungen der Pfanne befindliche Gestein. Wir haben gesehen, daß alle Kalkpfannen des östlichen Damaralandes in einer Vertiefung in der Sandoberfläche liegen. Nur in einem Falle schien diese Vertiefung bis auf das Grundgestein hinabzureichen. In Okateitei fand ich am Boden des nördlichen Brunnenlochs einige Granittrümmer. In der Nähe der Pfanne war aber nirgends ausstehendes Gestein zu beobachten, weswegen der Granit wohl sicher an primärer Lagerstätte gefunden wurde. In Owikokorero, Okatjewakane und Otjimbinde war der Pfannenuntergrund nicht aufgeschlossen. Aber in der Nähe dieser Kalkpfannen trat Granit in Form kleiner Berge oder flacher Buckel zutage. Es liegt also die Vermutung nahe, daß dieser Granit auch unter den Kalkpfannen ansteht. Es scheint also die Sandbedeckung des östlichen Damaralandes wenigstens im Gebiete der Kalkpfannen nicht sehr mächtig zu sein.

Das geht auch klar aus folgender Überlegung hervor. Sucht man nach den Bedingungen, unter welchen sich in einem Gebiete mit vorausgesetzt mächtiger Sandaufschüttung ein See bilden kann, so bieten sich zwei Möglichkeiten. Der Grundwasserspiegel muß entweder allgemein oder lokal so hoch sein, daß etwaige Vertiefungen in der Oberfläche unter ihn hinunterreichten. Nehmen wir den ersten Fall für das östliche Damaraland an, so muß das Klima in der Bildungszeit der Kalkpfannen außerordentlich viel feuchter gewesen sein. Dann müßten wir aber auch die Spuren der gewaltigen Wassermengen beobachten können, die das Land damals benetzt haben. Aber wir finden weder die Anzeichen der Erosionsarbeit solcher großen Ströme, noch ihre Akkumulationen. Wir müssen also annehmen, daß unser Gebiet damals ein nicht sehr viel feuchteres Klima gehabt hat. Es bleibt uns also nur noch die zweite Annahme, daß das Grundwasser lokal hochgestanden hat, oder daß das Wasser von undurchlässigen Schichten vor dem Versickern geschützt worden ist. Eine solche Schicht könnte der Pfannensandstein sein. Der liegt aber in den beobachteten Fällen selbst direkt auf dem Grundgestein. Da dieses im östlichen Damaraland tatsächlich an mehreren Stellen über die Sandbedeckung hinausragt, so müssen wir wohl die vorhin gemachte Annahme fallen lassen und daran festhalten, daß das Grundgestein im allgemeinen nahe unter der heutigen Oberfläche ansteht. Ganz im Osten, wo die Sandbedeckung immer mächtiger wird, ist es nicht ausgeschlossen, daß der Pfannenuntergrund von dem lehmigen Bodenmaterial älterer Stromsysteme gebildet wird. Darauf komme ich noch später zurück.

3. Das Pfannenmaterial.

Es hat sich gezeigt, daß wir zwischen dem Material des Pfannenrandes und dem des Pfanneninneren unterscheiden können. Beide Ablagerungen sind gleich alt und aus demselben Material gebildet. Sie unterscheiden sich aber wesentlich in ihrer Struktur. Der Pfannenrand ist in der Regel ein ungefähr 100—150 m breiter Kalkkranz, der sich gewöhnlich mit einem 1.5—2 m hohen Abfall zum Pfanneninneren absetzt und dieses im allgemeinen rings umgibt. Er besteht am Randabfall aus einer zusammenhängenden Kalkschicht. Nach außen hin geht er allmählich in eine Zone von Trümmern über, die immer kleiner werden. Sie liegen hier in einem weißen kalkigen Sande, der bald ganz an ihre Stelle tritt und selbst nach kurzer Entfernung von dem tiefen roten Decksand der Pfannenumgebung abgelöst wird. Außerhalb dieses Pfannensaumes ist keine zusammenhängende Kalkschicht anzutreffen. Daraus geht hervor, daß der Pfannenrand, der am Abfall eine Mächtigkeit von etwa 2.0 m über dem Pfannenboden hat, sich nach außen hin auskeilt.

Das Material des Pfannenrandes ist ein von senkrechten Röhren durchzogener Kalktuff. An der Oberfläche ist er zu einer ungefähr 0.30—0.40 m starken Kalkkruste erhärtet und hat hier eine so bedeutende Kalkanreicherung erfahren, daß er wie Kalksinter aussieht. Diese Kruste ist viel widerstandsfähiger, als der darunterliegende weiche Tuff und wird daher von der Witterung weniger schnell zerstört. Die Folge ist, daß die Kruste meist über den Abfall des Kalktuffs hinausspringt.

Die erwähnten senkrechten Röhren, welche sowohl den weichen Kalktuff, als auch die Kalkkruste durchziehen, bewirken das senkrechte Abbrechen des Pfannenrandes. Auch die überhängende Kruste bricht dank der Röhrenstruktur in Schollen ab, sobald der Tuff so weit unter ihr herausgewittert ist, daß sie sich nicht mehr zu tragen vermag. Diese Kalkschollen häufen sich dann am Fuße des Randabfalles an, wo sie der weiteren Zerstörung anheimfallen.

In dem Material des Pfannenrandes finden sich häufig Bruchstücke von Kalkschollen eingebacken. Wenn diese in größerer Zahl auftreten, wie z. B. in Okatjewakane, so können sie dem Randabfall ein ganz anderes Aussehen geben. Da wir diese Bruchstücke innerhalb des weicheren Tuffes in Lagen angeordnet finden, so werden sie bald dank ihrer größeren Widerstandsfähigkeit zu Bändern herauspräpariert.

Die Oberfläche des Pfannenrandes, der Kalkkruste, ist glänzend weiß und knollig. Stellenweise ist sie stark verwittert und der Regen hat zahlreiche runde und ovale Löcher aus ihr herausgewaschen.

Der Pfannenabfall fehlt manchmal und wird durch eine sanfte Böschung ersetzt, auf der sich oft Schollen mit der charakteristischen Röhrenstruktur des Randes finden, so daß wir sie als den Vertreter des Pfannenrandes ansprechen können.

Das Pfanneninnere hatte in dem einzigen Falle, wo es bis auf den Pfannenuntergrund aufgeschlossen war, eine Mächtigkeit von etwa 2.5 m. Das Material des Pfanneninneren war verschiedentlich durch Brunenlöcher aufgeschlossen. Hier zeigte sich, daß dies in der Regel ein weicher, in feuchtem Zustande dunkel gefärbter Kalktuff war, der an der Oberfläche unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen schnell weiß wurde. Die dunkle Färbung des feuchten Kalktuffs rührt von organischen, bituminösen Bestandteilen her, die sich an der Sonne schnell zersetzen. Hier tritt uns auch der wesentliche Unterschied zwischen dem Kalktuff des Pfanneninneren und dem des Randes entgegen. Wir finden im Innern der Kalkpfanne keine Röhrenstruktur. Wir können daraus auf zwei verschiedene Ablagerungsbedingungen schließen. In dem Kalktuff des Pfanneninneren liegen auch Schichten von Kalktrümmern eingebettet und in Owingi fand ich im Schlamm, der mit dem Eimer aus dem Brunnenloch herausgeholt wurde, kleine Bruchstücke von Molluskenschalen rezenter Arten. Ich habe zwar in dem Kalktuff anderer Kalkpfannen keine Schalen gefunden, zweifle aber nicht an der Mitteilung der landeskundigen Farmer, welche sie oft mit dem Eimer hervorgeholt haben wollen.

Unter dem weichen Kalktuff findet sich in Okateitei ein dunkler sandiger Kalk von größerer Härte, der direkt auf dem Granit des Pfannenuntergrundes aufzuliegen scheint. Er gleicht einem Kalksandstein, der im nördlichen Teile derselben Pfanne zutage tritt und dem, welchen ich in Owingi mit dem Eimer aus dem Brunnen hervorgeholt hatte. Ich konnte nicht genau feststellen, um was es sich hier handelte. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß es hier eine Art Pfannensandstein ist, den Passarge aus den Kalkpfannen im Chansefeld beschrieben hat. Es war mit bloßem Auge am Handstück nicht festzustellen, ob diese Ablagerung verkieselt war. Da ich diese Ablagerung sonst nicht mehr fand, bestehen zwei Möglichkeiten. Entweder gehen die Brunnen der meisten Kalkpfannen nicht bis auf diese Ablagerung hinunter, oder sie ist nicht überall vorhanden. In letzterem Falle aber ergibt sich die Frage: Ist diese Ablagerung tatsächlich nicht in allen Kalkpfannen gebildet worden, oder ist sie nur wieder fortgeräumt, verwittert? Ich werde später noch darauf zurück-

kommen. Hier kann ich nur das eine feststellen, daß der Pfannensandstein, wie wir ihn mit Passarge nennen wollen, älter ist, als der weiche Kalktuff, der ihn überlagert.

Die Oberfläche des Pfanneninneren ist äußerlich nicht von der Kruste des Randes zu unterscheiden. Sie ist ebenfalls eine knollige, glänzend weiße, harte Kalkkruste, die auch durch Erhärtung und oberflächliche Kalkanreicherung aus dem darunterliegenden weichen Tuffe entstanden ist. Doch hat sie keine Röhrenstruktur; ich habe sie in keinem einzigen Falle beobachten können. Oft ist die Kruste des Pfanneninneren ganz oder nur stellenweise mit Flugsand oder einem humösen Schlickkuchen bedeckt, in den zahlreiche Kalktrümmer eingebacken sind, und auf dem hier und da eine spärliche Vegetation gedeiht.

V. Das Alter der Kalkpfannen.

Das Studium der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes gibt uns einen Anhalt über die Klimaverhältnisse während ihrer Entstehungsperiode. Das ist sehr wichtig, wenn es uns gelingt, auch ihr Alter mit einiger Sicherheit festzustellen. Aus den Berichten der älteren Forschungsreisenden geht deutlich hervor, daß unser Gebiet noch vor etwa 60 Jahren ein ganz anderes Aussehen gehabt hat. Die heutigen Kalkpfannen waren kleine Seen und die Riviere kamen öfters so stark ab, daß tagelang die Verbindung mit dem anderen Ufer unterbrochen war. Unsere Eingeborenen erzählten oft, daß sie im Damaralande noch Elefanten und Nashörner gesehen hätten. Wenn das auch nicht in jedem Falle auf Wahrheit beruhte, so ist es immerhin möglich, daß sie es von ihren Vätern und Vorvätern gehört haben. Auch Dr. Pöch teilte mir freundlichst mit, daß alte Buschmänner ihm dasselbe gesagt hätten. Diese Nachrichten werden von den alten Jägern in vollem Umfange bestätigt. Lichtenstein (1803)[1]), Anderson (1856)[2]), Baines (1853)[3]) und Chapman (1853)[4]) usw. berichten oft von Elefanten, Nashörnern und Löwen, die sie geschossen hätten. Anderson schoß mit Galton in Rietfontein in wenigen Tagen 50 Nashörner. (S. 256.) Baines erzählt sogar von Pfannen, in deren weichem Kalkschlamm zahlreiche Elefantenspuren waren (S. 146) und nennt sie eine »quite recent formation«. Chapman beobachtete kleine Seen, die, scheinbar ähnlich Otjire, von einem kleinen steilen Kalkrand rings umgeben waren. (»abrupt bank allround«, vol. II. S. 61.) Als er nach 10 Jahren die Stelle wieder besuchte, fand er die Pfannen gänzlich ausgetrocknet und den Boden der Vertiefung innerhalb des steilen Randes mit einer harten Kalkkruste bedeckt. Wir sehen also, daß der Übergang von einer feuchteren Periode zu einer trockneren um die Mitte des vorigen Jahrhunderts erfolgt ist. 1850 finden wir noch in der Regel kleine Seen, an denen randliche Kalkablagerungen einen früher höheren Wasserstand bezeugen. Etwa 10 Jahre später haben wir fertige Kalkpfannen vor uns. Interessant ist noch eine Bemerkung Chapmans. Er sagt, daß auf dem Boden der Pfannen zahlreiche flache Kalkblöcke (shingle) gelegen hätten. Ich vermute, daß er die durch Trockenrisse entstandenen Krustenbruchstücke des erhärtenden Kalkschlammes gemeint hat. Diese sollen nach ihm von den Hufen der zur Tränke kommenden Tiere immer mehr zerkleinert worden sein. Schinz[5]) bemerkte noch 1884, daß die Pfannen in der Regel von einem dichten Schilfkranz umgeben waren. Ich selbst habe noch 1904 am Ende der Trockenzeit sowohl in Otjire als auch in Engerawau offenes Wasser gefunden. Eine geringe Hebung des Grundwasserspiegels würde genügt haben, sie so weit zu füllen, daß das Wasser über den Pfannenrand getreten wäre.

Aus allem ergibt sich die Folgerung, daß die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes in historischer Zeit entstanden sind. Dies Ergebnis weicht nicht von Fleck[6]) ab, der meinte, daß der Kalk in Brackwasserseen abgelagert wäre, welche im östlichen Damaraland in der Diluvialzeit, ja noch in historischer Zeit in großer Zahl vorhanden gewesen sein müßten. Ich glaube, daß wir weiter schließen können, daß nämlich die Riviere unseres Gebietes derselben Feuchtigkeitsperiode ihre Entstehung verdanken, wie die Kalkpfannen. Während wir aus der Literatur und aus eigener Anschauung die große Kraft des abkommenden Wassers kennen, sehen wir anderseits, daß die Riviere nur wenig tief in den Sandboden eingeschnitten haben. Das beweist, daß sie noch sehr jung sind.

Dagegen sind uns die „Omurambabetten“ im Norden unseres Gebietes sowohl durch ihre große Breite als auch durch ihre lehmigen Ablagerungen im Gegensatz zu den sandigen Rivieren aufgefallen. In ihnen finden wir junge Kalkablagerungen, von denen wir annehmen, daß sie vom Alter der Riviere sind. Ich glaube daher, daß die Omiramba Reste eines älteren Stromsystems sind, das einer nachfolgenden Trockenperiode fast gänzlich zum Opfer gefallen ist. Nur wenige bevorzugte Stellen konnten ihren Charakter bis heute erhalten; das sind unsere „Omiramba“.

Wenn wir an der Hand dieser Ausführungen versuchen, uns die klimatischen Verhältnisse für die jüngste Vergangenheit des östlichen Damaralandes zu rekonstruieren, so erhalten wir ungefähr folgendes Bild.

In einer langen niederschlagsreichen Periode entwickeln sich im üppig bewachsenen östlichen Damaraland größere Ströme. Dank ihres geringen Gefälles ziehen sie sich träge durch das Land und schaffen sich breite Talböden mit lehmigen Ablagerungen, deren Reste wir in den heutigen Omurambabetten wiedererkennen. Es bedarf noch näherer umfassender Untersuchungen, um festzustellen, ob diese „Omurambaperiode", wie ich sie nennen will, mit der Passargeschen Pluvialzeit (Diluvium) identisch ist oder nicht.

Auf die Omurambaperiode folgt eine trockene Zeit. Der Wind gewinnt in dem Maße als geologischer Faktor an Bedeutung, als der Vegetation die Lebensmöglichkeit genommen wird. Dies scheint vor allem im Süden zuerst der Fall gewesen zu sein. Die alten Omurambabetten versiegen hier gänzlich und der Sand verhüllt bald die Physiognomie, welche die vorhergehende Periode dem Lande gegeben hatte.

Im Norden haben sich Reste der alten Landoberfläche erhalten. Es hat den Anschein, daß hier die Trockenheit nicht so lange oder so vollkommen geherrscht hat, als weiter im Süden. Über die Dauer dieser Flugsandperiode läßt sich noch nichts Sicheres sagen. Sie genügte, um im Süden alles zu verhüllen, was eine längere feuchte Periode vorher geschaffen hatte.

Dann kommt wiederum eine Zeit, in welcher die Niederschläge zunehmen. Das Wasser kann im Norden den alten vorgezeichneten Linien folgen. Im Süden aber entwickeln sich in dem weiten flachen Sandfelde die Riviere. Diese „Rivierperiode", wie ich sie kurz nennen will, reicht mit ihren letzten Ausläufern bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Es hat den Anschein, als ob die Niederschläge nicht so reichlich gefallen seien, wie in der Omurambaperiode, denn wir finden nirgends Spuren großer Feuchtigkeit. Wir scheinen ein Steppenklima gehabt zu haben, das nur wenig feuchter war, als das heutige. In dieser Zeit lagert sich auch in den zahlreichen Vertiefungen, welche der Wind in die Oberfläche geblasen hat, in all den Sand- oder Felswannen, ja auch in den Kolken der Omurambabetten das Material ab, welches die Interpluvialzeit an der Oberfläche angehäuft hatte. So entstehen jetzt die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes.

Gegenwärtig befinden wir uns wieder in einer trockneren Periode. Die Werke der Rivierperiode werden wieder zerstört und auch die Kalkablagerungen fallen der Verwitterung zum Opfer. Wie lange wird es dauern, bis auch diese Zeugen einer einst besseren Zeit verschwunden sind?

Wir haben ein fortwährendes Schwanken des Klimas im östlichen Damaraland gesehen. Bald erobern die regenbringenden Winde aus dem Kongobecken Schritt für Schritt neues Gebiet, bald drängt die Trockenheit wieder von Süden her vor. Wir können bis jetzt nur Tatsachen feststellen. Es ist möglich, daß ein umfassendes Studium der Gesamterscheinungen die Frage zu lösen imstande ist, welche Ursachen die Klimaschwankungen haben und ob sie gewissen Gesetzmäßigkeiten unterworfen sind. Vorläufig sehen wir nur ein Oszillieren der Klimagrenze im Gebiete des östlichen Damaralandes.

Anmerkungen.

[1]) Lichtenstein. Reisen im südlichen Afrika in den Jahren 1803 bis 1806. 2 Bände. Berlin 1811.

[2]) Anderson. Reisen in Südwestafrika bis zum Ngami. 2 Bände. Leipzig 1856.

[3]) Baines. Explorations in South West Africa. London 1864.

[4]) Chapman. Travels in the Interior of South Africa. London 1868.

[5]) Schinz. Deutsch-Südwestafrika. Oldenburg und Leipzig 1891.

[6]) Fleck. Bericht über seine Reise durch die Kalahari bis zum Ngamisee. Mitt. deutsch. Schutzgebieten. Bd. VI. 1. 1893.

VI. Die Kalkpfannen des Chansefeldes in der Nord-Kalahari.

Nachdem wir nun eine Reihe von Kalkpfannen des östlichen Damaralandes kennen gelernt haben und bevor wir versuchen, ihre Entstehungsgeschichte zu rekonstruieren, dürfte es von Interesse sein, einige Kalkpfannen der Nachbargebiete kennen zu lernen. Wie bereits erwähnt, hat Passarge in seinem groß angelegten Werke (Die Kalahari. Bln. 1904) eine umfassende Monographie der Kalkpfannen des Chansefeldes gegeben.

Rein äußerlich bemerken wir zunächst eine ganz auffallende Ähnlichkeit. Wir finden die runde bis ovale Form und in der Regel auch dieselben Dimensionen bei den Kalkpfannen des Chansefeldes wieder. Sie beginnen gleichfalls mit einer fast rings ausgebildeten Trümmerzone (hier Geröllzone genannt), die allmählich in eine Schicht festen zusammenhängenden Sinterkalks übergeht und mit etwas überhängender Kruste zum Pfanneninneren (»Pfannenkrater«) abfällt. An diesem »Steilrand« ist ebenfalls die charakteristische Röhrenstruktur zu beobachten, die sowohl die Oberflächenkruste, als auch den darunterliegenden weichen Kalktuff senkrecht durchzieht. Ebenso häufen sich an seinem Fuße heruntergebrochene Schollen der Randkruste. Endlich ist auch die Beschaffenheit des Pfanneninneren durchaus ähnlich. Auch hier ist die Oberflächenkruste, teils frei, teils mit Sand und Trümmern bedeckt. Nur

wenige Pfannen haben im Innern überhaupt keine Kalkablagerungen. Hier tritt das Grundgestein oder der Pfannensandstein zutage.

Wenn wir uns aber den Aufbau der Pfannen und ihre Beziehungen zur Umgebung ansehen, so fallen hier einige Unterschiede auf. Das Chansefeld ist eine Gesteinsinsel innerhalb des Kalaharisandes (S. 283). Das Damaraland ist ein Sandgebiet, das allmählich in die Kalahari übergeht. Während der Decksand, welcher das Chansefeld stellenweise verhüllt, nur sehr selten über 1 bis 2 m mächtig ist (S. 284), wird das östliche Damaraland im allgemeinen von einer bedeutend stärkeren Sandschicht bekleidet. Ein harter Sinterkalk überzieht im Chansefeld das liegende Gestein in wechselnder Dicke. Stellenweise ist er zwar ganz zerstört. Aber er bildet an den Stellen, an denen er am mächtigsten auftritt, den Rand der Kalkpfannen (S. 281) und keilt sich hier in der Regel nach außen hinaus und löst sich oft vollkommen auf, um dem Grundgestein Platz zu machen. Die Kalkpfannen des Chansefeldes liegen nach Passarge in Vertiefungen im Grundgestein, während unsere Pfannen im tiefen Sande liegen, wenn wir dem Grundgestein auch nicht gewisse Beziehungen zum Auftreten einer Pfanne absprechen können. Im östlichen Damaraland haben wir es mit lokalen Kalkablagerungen zu tun, deren Gesamtheit wir Kalkpfanne genannt haben. Im Chansefeld umgibt (S. 305) der Kalaharikalk die Pfanne, die bei Passarge in der Regel eine Einsenkung in den Kalk ist. Wir haben es hier also trotz der äußeren Ähnlichkeit mit ganz verschiedenen Erscheinungen zu tun. Ebenso ist ihr Alter ein anderes. Im Damaralande sind die Kalkablagerungen nach Ablagerung des Sandes entstanden, im Chansefeld sind sie aber älter, als der sie umgebende Kalaharisand (S. 648), denn Passarge teilt die Entstehung der Kalaharikalkschichten unserem Unter- und Mittelpliozän zu, während der Sand diluvial ist. Das paßt ausgezeichnet in unser System und beweist die postdiluviale Ablagerung der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes. Passarge ist auch der Meinung, daß wir in historischer Zeit in Südafrika ein feuchteres Klima gehabt haben (S. 322).

Da die Ähnlichkeit der Kalkpfannen in beiden Gebieten so auffällig ist, interessiert auch die Theorie, welche Passarge zu ihrer Erklärung aufgestellt hat. Er stellt zunächst fest, daß die »Pfannenkrater«, unser Pfanneninneres, aus einer geschlossenen Kalktuffmasse, wie sie der Pfannenrand bildet, herauspräpariert sind (S. 307). Diese Pfannenkrater sind nach Passarge durch »zoogene Erosion« gebildet worden (S. 390ff.). Er nimmt an, daß die geologische Arbeit der großen Tierheerden, welche einst an der Stelle der heutigen Kalkpfannen Wasser getrunken haben, folgende gewesen ist:

1. Sie haben mit dem Trinkwasser große Mengen chemisch gelösten und mechanisch suspendierten Kalks aus der Pfanne entfernt.
2. Sie haben in der Trockenzeit den erhärtenden Kalkschlamm der Pfannen mit ihren Hufen so weit zerkleinert, daß jeder Windhauch große Staubwolken heraustragen konnte (vgl. Chapman).
3. Beim Baden und Wühlen im seichten Wasser der Pfannen haben die Tiere sich mit bedeutenden Mengen von Kalkschlamm beladen.

Passarge meint dann weiter, daß die Tiere versucht haben, dem sinkenden Wasser durch Wühlen von großen Löchern zu folgen. Das Wühlloch hat sich dank der subterranen Erosion des nachsickernden Wassers und dank der Röhrenstruktur, welche die senkrechten Abbrüche begünstigte, immer mehr vergrößert. So ist dann der Pfannenkrater entstanden. Die oft mitten in einer Pfanne stehenden »Tuffinseln« (vgl. Owingi) erklärt Passarge dadurch, daß die Einwirkung der Tierhufe auf den Kalktuff »lokal verschieden« (S. 313) gewesen sei, und daß so einige Stellen nicht zerstört worden seien. So nimmt er auch an, daß die »Zugänge«, jene »muldenförmigen mit Kalk gefüllten flußbettartigen Depressionen«, die den Steilrand gelegentlich unterbrechen, von den Tieren dadurch geschaffen wurden, daß sie die Gewohnheit hatten, stets auf demselben Wege zum Wasser zu gehen. Dadurch sollen sie die Ausbildung eines »Steilrandes«, (Randabfall) verhindert haben.

Nach Passarge haben also im Chansefelde ungeheure Tierheerden eine Erscheinung geschaffen, die rein äußerlich mit den Kalkpfannen des östlichen Damaralandes eine auffällige Ähnlichkeit haben. Leider habe ich nicht die Gelegenheit gehabt, das Chansefeld zu besuchen. Ich kann daher auch nicht beurteilen, ob irgendwelche Beziehungen zwischen diesen und den Kalkpfannen des östlichen Damaralandes bestehen.

VII. Die Kalkpfannen der Süd-Kalahari.

Jetzt müssen wir auch noch der Kalkpfannen gedenken, die Leonhard Schultze aus der südlichen Kalahari beschrieben hat. (Aus Namaland und Kalahari. Jena 1907). Dabei bemerken wir, daß diese nicht nur ihrem Aufbau, sondern auch ihrem Alter nach den Pfannen des östlichen Damaralandes sehr viel näher zu stehen scheinen, als die des Chansefeldes. Nach Schultze scheinen die Kalkpfannen der südlichen Kalahari im tiefen Sand (S. 613) zu liegen.

Er nimmt an, daß sie »Quellpunkte aus Zeiten eines regenreicheren Klimas« sind, an denen das Grundwasser aus einem beliebigen Grunde an die Oberfläche trat. Der Pfannenrand, der meist in Blöcke zerklüftet oder eine zusammenhängende Schicht ist, (S. 609) fällt mit einem mehr oder weniger steilen »Ringsaum« nach dem Pfanneninneren ab. Letzterer scheint den Randabfall der Kalkpfannen im östlichen Damaraland zu vertreten, er ist wahrscheinlich besser erhalten. Schultze läßt die randlichen Ablagerungen, wenn auch zur selben Zeit, so doch unter verschiedenen Bedingungen entstehen (S. 614). Die Sinterkalke des Randes sind nach ihm durch periodische Überflutung der Ufer des Quellsees entstanden, während der Kalktuff des Pfanneninneren sich als Sediment in ruhigem Wasser abgelagert hat. Den mürben Kalksandstein, den auch er unter dem Kalktuff fand, und den er mit Passarges Pfannensandstein identifiziert, läßt er in einer älteren feuchteren Periode entstehen.

Einen Schluß auf das Alter der Kalkpfannen der südlichen Kalahari kann man nur aus der Tatsache ziehen, daß sie im tiefen Kalaharisand liegen sollen. Das kann allein der Fall sein, wenn sie jünger sind als der Sand. Dann aber muß ihre Entstehungszeit mit der der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes zusammenfallen. Tatsächlich sind die Kalkpfannen, das sagt sowohl Passarge, als auch Schultze, die einzigen Punkte, »die uns über die Vorgeschichte dieses Teiles der großen zentralafrikanischen Mulde Aufschluß oder doch Fingerzeige geben« können.

VIII. Die Entstehung der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes.

Wir haben jetzt das Klima der letzten Epochen, dem die Kalkpfannen primär und sekundär ihre Entstehung verdanken, kennen gelernt. Wir haben auch von den Kalkpfannen des Chansefeldes und der Südkalahari und von den Folgerungen gehört, die sich aus ihrer Geschichte schließen lassen. Daher können wir jetzt dazu übergehen, die Entstehung der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes genauer zu betrachten. Vorbedingung für die Ablagerung von Kalk in der lokal abgegrenzten Form, wie wir es oben beschrieben haben, ist das Vorhandensein einer Vertiefung im Sande. Diese Vertiefung muß entweder so tief sein, daß sich in ihr nach Hebung des Grundwasserspiegels Wasser sammelt oder es muß eine impermeable Schicht unter ihr das Versickern des Regenwassers verhindern. Im östlichen Damaraland scheinen beide Fälle vorzukommen. Wir finden einerseits Kalkpfannen innerhalb der lehmigen Ablagerungen der Omurambabetten und auf einer älteren wasserundurchlässigen Schicht, dem »Pfannensandstein«. Anderseits haben wir Kalkpfannen, die ganz im Sande liegen. Es ergibt sich nun die Frage: Wie sind die lokalen Depressionen in der Sandoberfläche entstanden? In den Omurambabetten haben wir es augenscheinlich mit Kolken zu tun, in welchen das Regenwasser zusammengelaufen ist. In allen anderen Fällen ist die Situation, wenn auch für verschiedene Zeiten, dieselbe, sobald wir annehmen, daß der Pfannensandstein ebenfalls eine lokale Ablagerung in einem abgeschlossenen Becken ist. In einem trockenen Klima und in Sandgebieten spielt der Wind als geologischer Faktor eine große Rolle. Wenn er über den ausgedörrten trockenen Sand dahinfegt, dann hebt er hier Material auf, um es dort wieder abzulagern. So entstehen flache Erhebungen und Einsenkungen, und wenn der Prozeß lange genug dauert, ist eine Dünenlandschaft das Endresultat. Wenn nun eine feuchte Periode heranrückt und die spärlichen Niederschläge langsam zunehmen, so sickert das Wasser rasch in den Sand ein. Der Grundwasserspiegel hebt sich allgemein und besonders an solchen Stellen, wo die Nähe des Grundgesteins oder wasserundurchlässiger Schichten es aus einem beliebigen Grunde begünstigen. An der Oberfläche aber setzt der Wind seine umlagernde Arbeit fort. Dabei stößt er oft an den Stellen auf Widerstand, an denen das Grundwasser in der Tiefe den darüberliegenden Sand so weit angefeuchtet hat, daß der Wind ihn nicht mehr aufheben und forttragen kann. Und wenn ein anderer Wind seine Last hier fallen läßt, so führt der nächste sie wieder fort und häuft sie in der Nähe dieser Stelle auf. Die Sandwannen, die wir in trocknen Ländern so oft antreffen, sind wohl in der Regel solche vom Wind herauspräparierte Stellen. Wenn die Sandbedeckung nur gering ist, so kann es vorkommen, daß das Grundgestein gänzlich bloß gelegt wird. Man hat vielfach beobachtet, daß solche Felswannen von der korrodierenden Wirkung des Windes noch vertieft, ausgeblasen werden.

Dies sind im allgemeinen die Vertiefungen in der Sandoberfläche, in denen bei weiterer Hebung des Grundwasserspiegels Wasser auftritt und sich Ablagerungen bilden. Die Vertiefungen, die selbstverständlich zwischen den verschiedenen Sandanhäufungen liegen, kommen meist noch nicht in Betracht. Wir sehen, daß eine wasserundurchlässige Schicht, sei es nun das Grundgestein selbst oder eine darüber liegende Schicht, sicher eine gewisse Rolle bei dem Auftreten der für uns in Frage

kommenden lokalen Depressionen spielt. Daraus scheint für das östliche Damaraland hervorzugehen, daß das Grundgestein unter den Kalkpfannen im allgemeinen in nicht sehr großer Tiefe anstehend ist.

Über die Entstehung des Pfannensandsteins kann ich nur wenig sagen, da mein Material nicht ausreicht. Wo ich ihn beobachten konnte, war er ein harter, dunkler, fossilleerer Kalksandstein, der sich entweder in Brackwasser abgelagert hat, d. h. also in einer regenarmen Zeit entstanden ist oder eine Art Krustenbildung ist. Betrachten wir zunächst die erste Möglichkeit. Die periodischen Regen, welche in dieser Zeit das östliche Damaraland benetzen, lösen einen großen Teil der Salze, welche das vorhergehende aride Klima an der Oberfläche angehäuft hat, und in den Wannen sammelt sich eine Lauge aus den verschiedenartigsten Salzen. Dank der Kohlensäure, welche das Regenwasser beim Fall durch die Luft aufgenommen hat, gehen auch die schwerlöslichen Karbonate in Lösung. So kommt es, daß gerade diese unter all den Salzen der Lauge die größte Rolle spielen. Die Lösung verdampft nun allmählich. Dabei scheiden sich nach bekannten chemischen Gesetzen jedesmal zuerst die schwerlöslichen Salze aus und verkitten die Sandkörner, die teils der Regen hineingeschwemmt, teils der Wind hineingeweht hat. Trocknet die »Salzpfanne«, denn um eine solche handelt es sich jetzt, ganz aus, so liegen an der Oberfläche die leicht löslichen Salze. Diese werden dann entweder vom Winde herausgeblasen oder sie gehen beim nächsten Regen wieder in Lösung. Nun spielt sich ein zweiter chemischer Prozeß ab, der für die Kalkablagerung von Bedeutung ist. Die ersten Regenfälle erzeugen in der Pfanne eine Lösung mit überwiegend leicht löslichen Salzen. Das jetzt hinzufließende Wasser enthält in bezug auf das Pfannenwasser verhältnismäßig viel kohlensauren Kalk in Lösung. Wenn nun eine Lösung mit vorwiegend leicht löslichen Salzen mit einer anderen zusammengetan wird, die vorwiegend schwer lösliche Salze enthält, so bilden sich neue Verbindungen und zwar die, welche am schwersten löslich sind. Das geschieht nun auch in unseren Pfannen. Hier scheidet sich der kohlensaure Kalk aus. Im übrigen beginnt auch das Verdampfungsphänomen von neuem mit demselben Effekt. Daraus geht hervor, daß wir in allen Fällen zu unterst eine Ablagerung erhalten, welche den Sand, der zufällig vorhanden ist, verkittet. So kann unser Pfannensandstein entstanden sein.

Aber es gibt noch eine Möglichkeit, wie er sich gebildet haben kann. Es kann sich auch unter dem Sande an einer durch die Beschaffenheit des Grundgesteins bedingten Stelle Wasser ansammeln, das reich an gelösten Salzen ist. Wenn nun die Sonne auf die Sandoberfläche glüht, so saugt sie wie eine Pumpe mit ungeheurer Energie das Wasser an und zwingt die Kapillaren aus immer größerer Tiefe die letzten Spuren von Feuchtigkeit heraufzuholen. Dabei kristallisieren die gelösten Salze aus. Das geschieht nun, je nach der Mächtigkeit der über dem Grundgestein lagernden Sanddecke, sowohl an der Oberfläche als auch unter Umständen dicht unter derselben. Auch hier fallen die schwer löslichen Salze zuerst aus, so daß der kohlensaure Kalk wieder zu unterst liegt. Es ist klar, daß bei diesem Vorgang der Sand, durch den das Grundwasser heraufgesogen wird, verkittet wird. Da wir annehmen können, daß wir es im allgemeinen in gleichen Zeiten mit derselben Wassermenge, die verdunstet, zu tun haben, so kann man sich vorstellen, daß sich die Ausscheidungen, wenn sie unter der Oberfläche geschahen, stets in einem bestimmten Horizont vollziehen. Anderseits kann auch leicht der Boden einer »Sandwanne« verkittet werden. Die Mächtigkeit der verkitteten Schicht, des Pfannensandsteins, hängt ab:

1. von der Menge des Wassers,
2. von der Stärke der Lösung,
3. von der Mächtigkeit der darüberliegenden Sandschicht.

Während nun an der Oberfläche der Wind weiter umlagert, ist es leicht möglich, daß er eine solche verkittete Lage antrifft, an der seine Kraft bricht. Wenn nun die Niederschläge zunehmen, dann wird sich auch hier ein Tümpel bilden, in dem neue Ablagerungen entstehen.

Wir haben also zwei Möglichkeiten gesehen, unter welchen sich ein »Pfannensandstein« ablagern bzw. bilden kann. Wenn wir beide Möglichkeiten annehmen, so müssen wir auch die Konsequenzen ziehen.

Im ersten Falle lagert sich der Pfannensandstein während des Übergangs von einem trockenen zu einem feuchten Klima ab. Ebenso wie der Übergang des Klimas ein ganz allmählicher ist, so muß auch der Übergang der Ablagerungen unmerklich vor sich gehen. Wir finden aber in Okateitei zwischen dem Pfannensandstein und dem jungen Kalktuff eine scharfe Grenze. Es muß also entweder eine Unterbrechung der Niederschläge erfolgt sein, oder wir haben es mit einer Krustenbildung zu tun. Wenn wir für den ersten Fall eine neue Wüstenperiode annehmen, wie Passarge es in seinem Gebiet mußte, so bieten sich immer wieder dieselben Schwierigkeiten. Die Wüstenperiode mag tatsächlich vorhanden gewesen sein, sie mag sogar alle eventuell über dem Pfannensandstein lagernden Schichten fortgeräumt haben. Aber wir kommen

nicht über die Tatsache hinweg, daß sich bei dem langsamen Übergang dieser Wüstenperiode zu der Zeit, in welcher sich unser Kalktuff abgelagert hat, auch ein Übergangsprodukt gebildet haben muß, das langsam durch unseren Kalktuff ersetzt wird, und das eine Art Pfannensandstein sein muß, da es sich unter denselben Bedingungen ablagert. Das habe ich aber nicht beobachtet. Darum glaube ich, daß der Pfannensandstein der Kalkpfannen des östlichen Damaralandes als Kruste oder dicht unter der Oberfläche entstanden und allmählich herauspräpariert ist. Nur so können wir uns erklären, daß auf ihm ohne Übergang eine Ablagerung liegt, die sicher unter ganz anderen Bedingungen entstanden ist. So kann es sich auch erklären, daß wir den »Pfannensandstein« vermutlich nicht unter allen Kalkpfannen finden und es ist jetzt leichter, den Pfannensandstein einer der angenommenen Perioden zuzuteilen. Er ist wahrscheinlich eine Bildung der Interpluvialzeit. Wenn er noch älter wäre, so müßten wir über ihm Spuren der Omurambaperiode finden.

Die Rivierperiode findet bald nach ihrem Einsetzen hauptsächlich drei verschiedene Arten von Vertiefungen vor, in denen sich das Regen- oder Grundwasser sammeln kann.

1. Kolke in den Omurambabetten, z. B. Oparakane.
2. Sandwannen mit Kalkkrusten, z. B. Owingi.
3. Sandwannen ohne Kalkkrusten.

Mit den zunehmenden Niederschlägen beginnen sich die Riviere zu bilden und es breitet sich langsam eine Vegetationsdecke über das östliche Damaraland. In den Seen und Tümpeln aber, die nicht in die entstehenden Riviersysteme eingezogen werden, entfaltet sich jetzt ein üppiges organisches Leben, das die Ablagerung von Kalk in hervorragender Weise begünstigt. Am Rande wuchert ein Kranz von Schilf, der nur an den Stellen wenig unterbrochen wird, an denen die Seen ihr überflüssiges Wasser abgeben. Nach außen hin wird die Schilfvegetation in dem immer flacher werdenden Wasser durch Binsen, Gräser und Moose ersetzt und die Mitte, das offene Wasser, wird von Algen und Mollusken bevölkert. Diese Beschaffenheit der Seen hat zur Folge, daß der Kalk, der sich in ihnen bildet, lokal in verschiedenem Maße und anderer Struktur abgelagert wird.

Betrachten wir zunächst den Vorgang der Kalkablagerung an den randlichen Partien der Seen. Hier wuchert das Schilf, das mit seinen Stengeln tief im Wasser steht. Durch die Assimilationsprozesse entzieht die Wasserpflanze dem Wasser die Kohlensäure, die sie zu ihrem Aufbau nötig hat. Diese ist es jedoch, welche das Wasser befähigt, beträchtliche Mengen von kohlensaurem Kalk zu lösen. Die Folge davon ist, daß dieser sich in Form von ganz feinen Blättchen an den Schilfstengeln ausscheidet. Das ist ein Vorgang, den man überall beobachten kann. Ich habe an Seen unserer Heimat oft gesehen, daß die Pflanzen ganz weiß von dem ausgeschiedenen Kalke waren. Die Kalkblättchen hängen nur ganz lose an den Stengeln. Wenn der Wind durch das Schilf rauscht und die Halme durcheinander schüttelt, fallen sie ab und bleiben auf dem Boden liegen. Dann tritt frisches Wasser an die Pflanze heran und der Vorgang beginnt von neuem, bis die Stengel des Schilfs ganz in Kalk eingebettet sind.

Dazu kommt noch ein Weiteres. Wenn der Wind die Wellen in den Schilfkranz treibt, so entsteht hier eine kleine Brandung. Immer neue Wasserteilchen werden mit der Luft in Berührung gebracht. Es ist bekannt, daß dabei ein Austausch der im Wasser gelösten Kohlensäure gegen die Luft stattfindet. Dies hat wieder eine Fällung von Kalk zur Folge, der sich zwischen das Schilf ablagert und sich zu dem gesellt, der bei der Assimilation frei geworden ist.

Während diese Vorgänge die Kalkablagerung am Rande der Seen in hervorragender Weise begünstigen und ihr die eigenartige Röhrenstruktur geben, wollen wir jetzt eine Reihe von Erscheinungen besprechen, die für den ganzen See in Betracht kommen. Daraus geht schon jetzt klar hervor, daß die randlichen Ablagerungen sich nicht nur durch die Struktur, sondern auch durch ihre Mächtigkeit von denen des inneren Teiles unterscheiden.

Da ist zunächst die Wellenbewegung, die der Wind an der Oberfläche des Wassers erzeugt. Das Wasser wird in eine rollende, wälzende Bewegung versetzt, durch die immer neue Wasserteilchen an die Oberfläche gebracht werden, so daß derselbe Vorgang eingeleitet wird, den ich oben bei der Brandung im Schilf bereits besprochen habe.

Dann haben auch die großen Temperaturunterschiede, welche wir stets in den subtropischen Ländern beobachten können, einen Anteil an der Kalkfällung. Am Tage wird das Wasser meist recht bedeutend erwärmt. Dadurch wird die Verdunstung beschleunigt, was wiederum eine Konzentrierung der Lösung zur Folge hat. Die Lösungsfähigkeit aber, welche das Wasser durch die Verdunstung einbüßt, wird im allgemeinen durch die erhöhte Temperatur wieder ausgeglichen. In der Nacht kühlt dann das Wasser sehr stark ab. Ich habe z. B. am 3. Oktober 1904 in Epukiro um 4 Uhr morgens eine Temperatur von —2° C. gemessen. Durch solche tiefe Temperaturen kommt es dann meist zur Fällung eines gewissen Teiles des ge-

Bild 1. Rivier des weißen Nosob bei Okawarumende.
(Im Hintergrund der Otjihangue Berg.)

Bild 2. Kalkpfanne von Owikokorero.
Blick über die Pfanne hinweg.

Biid 3. Inneres der Kalkpfanne von Owikokorero.
(Rechts Wasserlöcher.)

Bild 4 Kalkpfanne von Otjire.

(Phot. Stuhlmann.)

Bild 5. Kalkpfanne von Okatjewakane.

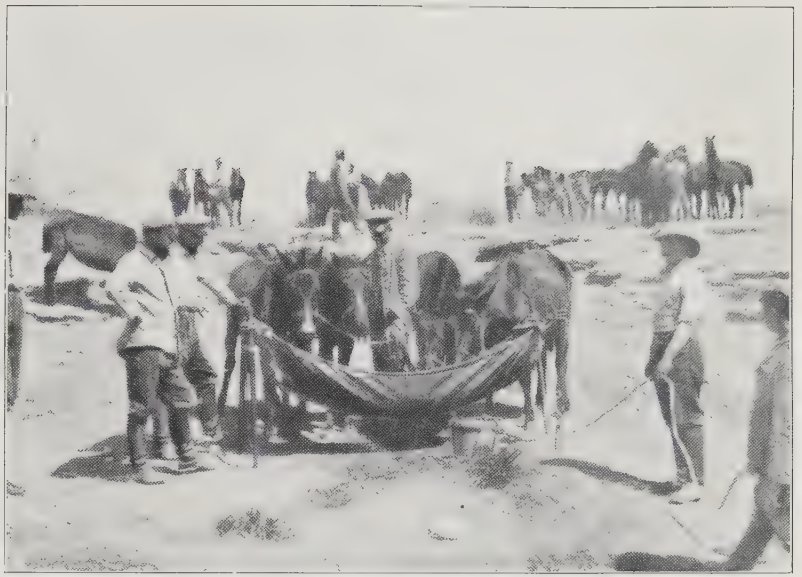


Bild 6. Randabfall der Kalkpfanne von Okatjewakane mit herausgewitterten Lagen.

Bild 7. Kalkpfanne von Oparakane.

Bild 8. Kalkpfanne von Owingi.

(Phot. Stuhlmann.)

lösten Kalks, der in dem Maße über den Seeboden verteilt wird, als das Wasser von der Abkühlung ergriffen ist. Es ist klar, daß hierbei die Ränder wiederum bevorzugt werden, da hier die Abkühlung in der Regel am größten ist.

Dann spielen noch eine Reihe von Vorgängen eine Rolle bei der Kalkabscheidung, welche in den Seen Deutschlands oft beobachtet worden sind. Das sind die sogenannten Almbildungen, die Ablagerung von Seekreide und Wiesenkalk. Diese Erscheinungen sind außerordentlich kompliziert, aber so gut studiert[1]), daß ich an dieser Stelle nicht darauf eingehen darf.

Wir müssen annehmen, daß das östliche Damaraland in der Rivierperiode ein nur wenig feuchteres Klima gehabt hat als heute. Größere Niederschläge müßten die Seen in ganz anderem Maße zum Überfließen gebracht haben, als ich es beobachten konnte. Wir müssen daher am Ende einer trockenen Jahreszeit in erhöhtem Maße mit der Verdunstung des Wassers rechnen und den Erscheinungen, welche dies im Gefolge hat. Bei Beginn der nächsten Regenzeit beobachten wir dann auch wieder den auf Seite 21 bereits beschriebenen Vorgang. Wenn dann die feuchte Periode allmählich nachläßt, so treten diese Verdunstungsphänomene immer mehr in den Vordergrund. Die Vegetation stirbt meist ab, das Wasser füllt die Seen nicht mehr ganz, und wir finden an ihren Ufern einen mehr oder weniger steil nach dem Inneren abgeböschten »Ringsaum« von Kalk, der bald an der Luft trocknet und erhärtet. Am Boden des Sees aber finden wir einen weichen Kalkschlamm. So sah noch Chapman, wie wir oben erwähnt haben, 1853 die Kalkpfannen, in deren weichem Kalkschlamm die Elefanten vergebens nach Wasser suchten. In diesem Stadium befindet sich vermutlich auch die Kalkpfanne von Otjire, Abb. 4. In einem etwas weiteren Stadium sah Schinz sie noch 1880. Er sah noch die Reste der abgestorbenen Schilfvegetation in dem Kalk des Pfannenrandes. Die Ablagerung hört langsam auf. Nur selten kommt es vor, daß ein reichlicher Gewitterregen die Kalkpfannen noch einmal füllt und vielleicht den Rand sogar überrieselt. Aber auch das hört bald auf, und die Entwicklung der Kalkpfannen hat mit dem Abflauen der Rivierperiode ihr Ende gefunden. Jetzt beginnt die Zerstörung, an der die Gegenwart noch tätig ist. Selbstverständlich finden wir in diesem letzten Stadium auch die leicht löslichen Salze am Boden der Pfanne ausgeschieden.

Es bleiben nur noch einige besondere Erscheinungen zu besprechen.

Wenn der Regen während der Rivierperiode einmal aussetzt und das Wasser der Seen verdunstet, so trocknet auch der weiche Kalkschlamm des Inneren und seine Oberfläche zerspringt in viele Fladen und Schollen. Ein solcher Fall scheint im Damaralande eingetreten zu sein. Ich beobachtete in Okateitei innerhalb des Tuffes eine deutliche Trümmerlage, die ich nicht anders erklären kann.

Bei Okatjewakane waren zwei einander gegenüberliegende Teile des Pfannenrandes anders ausgebildet. Die Kalkpfanne lag in einem Omurambabette und die in Frage kommenden Ränder verliefen parallel zu seinen Ufern. Hier ist es möglich, daß die mit großer Gewalt herunterprasselnden Gewitterregen fremde Bestandteile von den Böschungen heruntergeschwemmt haben. Sie verfingen sich hier im Schilf und wurden später eingebacken, so daß sich innerhalb des weichen Tuffes härtere Lagen befanden.

Zum Schluß müssen wir noch die eigenartige Kalkaufragung mitten in der Pfanne von Owingi näher betrachten. Es ist verschiedentlich beobachtet worden,[2]) daß die Kalkabscheidung mit Vorliebe um einen Kristallisationspunkt stattfindet. Dabei ist es gleichgültig, ob dieser »nucleus« eine Felsaufragung am Boden des Sees, ein hineingeschwemmter Block oder ein Baumstamm ist. Um diesen Punkt scheidet sich der Kalk besonders gern und reichlich ab. So ist auch die kleine Erhebung am Pfannenboden von Owingi als Insel im See entstanden.

Anmerkungen.

[1]) Raman. Organogene Ablagerungen. Neues Jahrbuch für Mineralogie. Bd. X.
Passarge. Die Kalkschlammablagerungen in den Seen von Lychen. Jahrbuch der Kgl. Preuß. Landesanstalt. Bd. XXII. 1901.

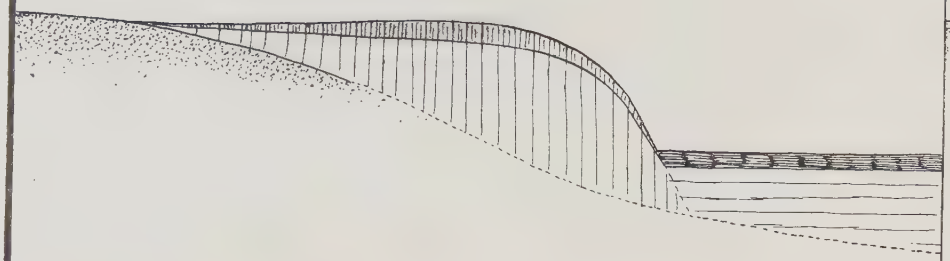
[2]) Russell. Sketch of the geological History of Lake Lohontan. III. Annual Report of the U. St. Geol. Survey. 1881/82. Washington 1883. S. 219.

IX. Die Zerstörung der Kalkpfannen.

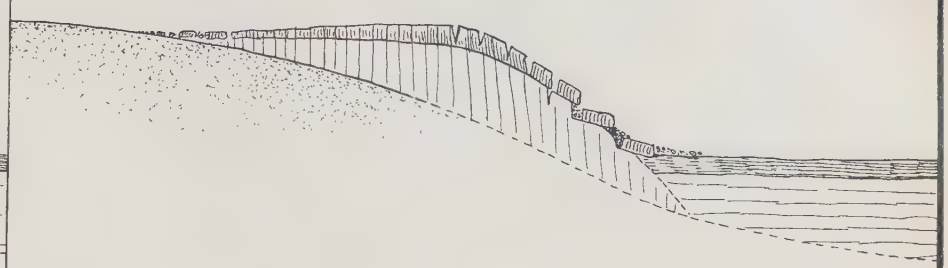
Heute herrscht im östlichen Damaralande ein viel trockneres Klima. Die Niederschläge genügen nicht mehr, um die Becken zu füllen; sie werden von den porösen Kalktuffablagerungen, wie von einem Schwamm aufgesogen. Die Zerstörung hat bereits angefangen, die sofort da einsetzt, wo die Ablagerung aufhört.

Als erstes fallen ihr die lose angehäuften Salze zum Opfer, die zuletzt aus der Lösung ausgeschieden sind. Sie werden in der Regel vom Winde aufgehoben und entfernt. Ich habe in Owikokorero

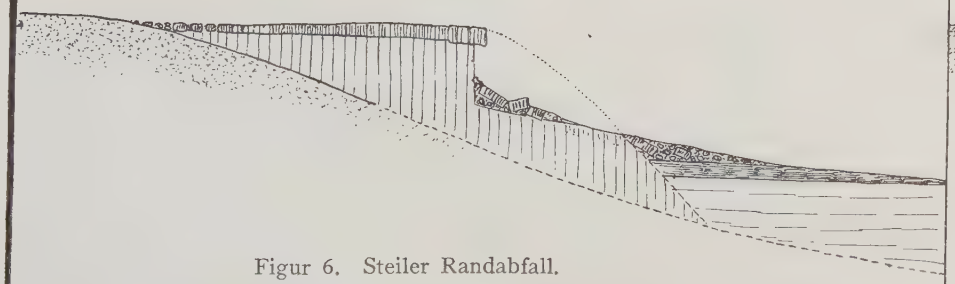
Auflösung des Pfannenrandes.



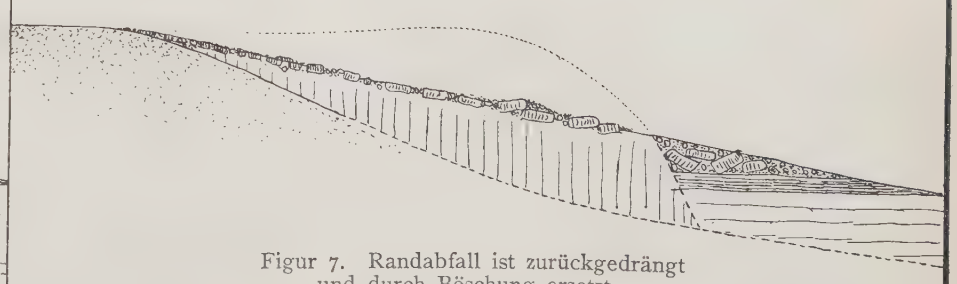
Figur 4. Vollkommen intakter Pfannenrand (Ringsaum).



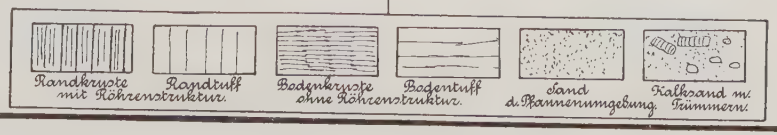
Figur 5. Beginnende Zerstörung des Pfannenrandes.



Figur 6. Steiler Randabfall.



Figur 7. Randabfall ist zurückgedrängt und durch Böschung ersetzt.



beobachtet, daß um die Mittagszeit in der Pfanne mit großer Regelmäßigkeit ein Wirbelwind entstand, der große Staubmengen aus der Pfanne heraustrug. Die gewaltige Wärme, welche um diese Zeit auf die weiße Fläche der Kalkpfanne strahlt, erzeugt hier bedeutende aufströmende Luftbewegungen. Dabei entstehen oft heftige Wirbel, welche alles feine Verwitterungsmaterial aus der Pfanne entfernen. Sie nehmen in der Regel auch den Sand mit, den andere Winde hineingetragen haben. So kommt es, daß die Kalkpfannen im allgemeinen nicht verschüttet sind, daß sogar der Wind an ihrer Zerstörung als transportierender Faktor beteiligt ist.

Anfangs schützten die Kalkpfannen sich selbst vor der Verwitterung. Die obersten Schichten werden von der Sonne ausgetrocknet und gehärtet. Dann saugt sie immer mehr Feuchtigkeit aus immer größeren Tiefen der Ablagerungen herauf. Dabei wird das gelöste Material an der Oberfläche ausgeschieden und es entsteht eine harte Sinterkruste, die sowohl die randlichen, als auch die zentralen Ablagerungen ziemlich gleichmäßig überzieht. Sie ist im allgemeinen 20 bis 30 cm dick. Nur in besonders wasserreichen Kalkpfannen ist sie etwas stärker. Am Pfannenrande wird diese Sinterkalkkruste zum größten Teil ebenfalls von den senkrechten Röhren durchzogen. Das halte ich für einen schlagenden Beweis dafür, daß die Randkruste nur durch Kalkanreicherung, durch Effloreszieren, versintert ist.

Aber die Sonne besiegt bald den Widerstand dieses Panzers. Schon beim ersten Austrocknen sind am Pfannenboden und auch auf den randlichen Ablagerungen kreuz und quer Risse entstanden, welche diese oberste Kruste in zahlreiche Trümmer zerteilen. Die Insolation wirkt dann so stark, daß die Trümmer immer mehr zerkleinert und schließlich eine Beute des Windes werden.

Am stärksten greift die Verwitterung natürlich an allen aufragenden Punkten an. Sie nimmt daher vor allem den Pfannenrand in Angriff, der sich mit steiler Böschung zum Pfanneninneren hinuntersenkt (Fig. 4) und versucht ihn zurückzudrängen. Dabei spielt nun die Röhrenstruktur, welche die Ablagerung durch das Schilf erhalten hatte, eine besondere Rolle. Die harte Kruste bricht und rutscht herunter (Fig. 5) und gibt den weichen Kalktuff, den sie bisher geschützt hatte, der Zerstörung preis. Das geht sehr schnell vonstatten und bald haben wir einen steilen Randabfall (Fig. 6), bei dem die widerstandsfähigere Kalkkruste über den weichen Tuff hinausragt. Der Randabfall wird immer mehr zurückgedrängt, die harten Krusten fallen herunter, wenn sie sich nicht mehr tragen können und häufen sich an seinem Fuße an. Das geht so lange, bis der Randabfall ganz vernichtet ist (Fig. 7). Dann haben wir eine sanfte Böschung, die zum Pfanneninneren hinunterführt und auf ihr liegen noch zerstreut einzelne Schollen der ehemaligen Randkruste. Die großen Kräfte, welche an der Verwitterung arbeiten, stehen in keinem Verhältnis zu der Widerstandsfähigkeit des weichen Tuffs. Daher geht die Zerstörung des Pfannenrandes sehr schnell vor sich und wir sehen ihn heute bereits stellenweise ganz oder in großem Umfange vernichtet.

Gleichzeitig mit dem Randabfall beginnt auch die Zerstörung am Pfannensaum. Hier sind die Schichten nicht sehr mächtig und die äußersten Partien zerbrechen schon beim Austrocknen der Ablagerung. Dann aber kommt die Sonneninsolation und unterstützt die Auflösung des Pfannenrandes. Auch das Regenwasser wäscht, wie wir gesehen haben, scharfe Rinnen in die harte Sinterkalkoberfläche. So entsteht durch Zusammenwirken einer Fülle von Faktoren die Trümmerzone, welche die Kalkpfannen rings umgeben.

In diesem Zustande befinden sich die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes heute.

Zum Schluß möchte ich noch einige Worte über zwei Kalkpfannentheorien sagen, welche auf die Pfannen des östlichen Damaralandes keine Anwendung finden können.

Die Reichenbachsche »Dolinen«theorie scheint unter den eingesessenen Farmern viele Freunde gefunden zu haben. Mir ist sie öfters vorgetragen worden und ich habe daher auch Gelegenheit genommen, mir die Kalkpfannen daraufhin genauer anzusehen. Wenn unsere Pfannen »dolinenförmige Einbrüche« darstellen, so müssen sie aus einer zusammenhängenden Kalkdecke eingebrochen sein. In diesem Falle ist der Pfannenrand das stehengebliebene Stück derselben und wir müssen am Pfannenboden dasselbe Material wiederfinden. Wir haben aber gesehen, daß die Ablagerungen des Randes eine ganz andre Beschaffenheit haben, als die des Pfanneninneren und daß sie niemals eine geschlossene Kalkdecke dargestellt haben.

Nun ist noch zu erwägen, warum die oben skizzierte Theorie von Passarge nicht für unsere Kalkpfannen angewendet werden kann.

Passarge nimmt an, daß die Pfannen des Chansefeldes ursprünglich eine zusammenhängende Kalkschicht, wie die des Randes, gehabt hätten. Das trifft für das östliche Damaraland nicht zu. Hier sind die randlichen Ablagerungen stets mächtiger gewesen und reichten hoch über die des Pfanneninneren hinaus. Wir haben es hier also mit einer primären Vertiefung inmitten der Kalkablagerungen zu tun.

Dann nimmt Passarge an, daß die »Pfannenkrater« mit ihren Steilrändern durch zoogene Erosion entstanden seien. Auch diese Annahme dürfen wir nicht auf das östliche Damaraland übertragen. Unsere Kalkpfannen sind offenbar viel jünger als die des Chansefeldes. Die letzte Zeit ihrer Zerstörung fällt bereits in eine Zeit, in der schon Forschungsreisende das Damaraland besucht haben. Damals hat es hier nicht die ungeheuren Dickhäuter- und Antilopenherden gegeben, die nach Passarge zur Ausräumung der Kalkpfannen nötig sind. Das Damaraland hat zur Zeit des Höhepunktes seiner Kalkpfannen kaum so üppige Vegetation besessen, daß es diesen »ungeheuren« Wildreichtum ernähren konnte, denn das Klima war sicher nur um weniges feuchter als heute. Wenn die älteren Forschungsreisenden auch tatsächlich von vielen Elefanten und Nashörnern berichten, so handelt es sich wahrscheinlich um Herden, die damals offenbar noch sehr häufig auf ihren bekanntlich großen Wanderungen die äußersten Gebiete der Kalahari berührten. Wenn wir aber doch annehmen wollen, daß auch ihnen ein Teil des Zerstörungswerkes zukommt, so ist nicht einzusehen, warum sie nicht gerade den auskeilenden Pfannenrand in weit größerem Maße zertreten haben, als die zentralen Partien, denn hier keilen die Schichten aus und erleichtern den Tieren die Arbeit.

X. Schluß.

Fassen wir jetzt noch einmal kurz zusammen, zu welchen Schlüssen meine Beobachtungen mich veranlaßt haben, so kommen wir zu folgendem Ergebnis:

Zunächst stelle ich fest, daß Passarge nicht gut unterrichtet worden ist, als man ihm mitteilte, die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes hätten keine »Krater«. Ich habe gezeigt, daß wir an ihnen dieselbe Erscheinung finden, die Passarge »Pfannenkrater« genannt hat. Dennoch bestehen, wie Passarge bereits erkannt hat, zwischen beiden wesentliche Unterschiede. Die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes sind in tiefem Sande abgelagert, während die des Chansefeldes in lokalen Depressionen des Grundgesteins liegen. Daraus ergibt sich ein wichtiger Schluß bezüglich ihres Alters. Unsere Pfannen entstammen nicht der Kalaharikalkzeit, sondern sind wesentlich jünger. Sie sind während der letzten feuchteren Periode, der »Rivierperiode« abgelagert worden, die mit ihren letzten Ausläufern bis in die Gegenwart hineinreicht. Sie sind Ablagerungen in ruhigem Wasser, die jetzt wieder zerstört werden. Die »zoogene Erosion«, die Passarge zur Erklärung der »Steilränder« in den Kalkpfannen des Chansefeldes heranzog, hat im Damaralande nicht existiert. Das »Pfanneninnere« ist eine primäre Vertiefung innerhalb der randlichen Ablagerungen und nicht aus einer geschlossenen Kalktuffdecke herauspräpariert. Der »Pfannensandstein« ist im östlichen Damaraland wahrscheinlich eine Krustenbildung, welche in Sandwannen an oder dicht unter der Sandoberfläche entstanden ist.

Die »Omuramba«betten mit ihren lehmigen Ablagerungen sind Reste älterer Stromsysteme einer »Omuramba«periode, denn wir finden in ihnen jüngere Bildungen, wie unsere Kalkpfannen.

Wir haben gesehen, daß ein umfassendes Studium der Kalkpfannen uns sehr wichtige Schlüsse auf das Klima gestattet. Ich habe zwar versucht, einige offene Fragen mit dem mir zur Verfügung stehenden Material zu beantworten. Ich glaube aber, daß es notwendig sein wird, die Kalkpfannen des ganzen Südafrika miteinander zu vergleichen, wenn wir die Probleme lösen wollen, auf welche uns die Kalkpfannen hingewiesen haben. Von großer Bedeutung scheint mir das genaue Studium des »Pfannensandsteins« zu sein. Ich bin überzeugt, daß sehr wohl ähnliche Ablagerungen zu verschiedenen Zeiten entstehen können, wenn nur die Bedingungen ähnliche sind. Aber ich glaube, daß die Forschungen hier einsetzen müssen und daß wir recht interessante Ergebnisse davon zu erwarten haben.

Anmerkung: Erst nach Abschluß und Satz dieser Arbeit erhielt ich durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. Hermann aus Mannheim Kenntnis von folgenden Veröffentlichungen:

Dr. Paul Hermann: Beiträge zur Geologie von Deutsch-Südwestafrika. Zeitschrift für praktische Geologie. XVII. 1909. Heft 9. S. 372 ff.

Dr. Paul Hermann: Über die Geologie des Hererolandes. III. Jahresbericht der Freiberger Geologischen Gesellschaft. Freiberg 1910. S. 18 ff.

Es ist mir leider nicht möglich gewesen, das wertvolle Material dieser Arbeiten zu Rate zu ziehen. Ich freue mich aber, feststellen zu können, daß meine Beobachtungen im allgemeinen mit denen von Herrn Dr. Hermann übereinstimmen, z. B. in der Beschreibung der Kalkpfannen, bezüglich der Entstehung aus kleinen Quellseen, in der Ablehnung der Passarge'schen »zoogenen Erosion« für die Kalkpfannen des östlichen Damaralandes und in der Unterscheidung zwischen »Rivier« und »Omuramba«.

Lebenslauf.

Ich bin am 13. August 1882 als der Sohn des Rektors Michaelsen in Esch bei Meldorf (Süder Dithmarschen) geboren. Ich besuchte in Hamburg die Oberrealschule vor dem Holstentore, wo ich Herbst 1902 das Abiturientenexamen bestand. Ich studierte in Kiel Mathematik und Naturwissenschaften und machte 1904/05 den Feldzug gegen die Hereros in Deutsch-Südwestafrika mit. Nach meiner Rückkehr 1905 studierte ich weiter in Kiel und ging 1906 nach München, wo ich mein Geographiestudium begann. 1907 ging ich nach Berlin, wo ich am 25. November 1909 das Examen rigorosum bestand.

Meine Lehrer waren Professor Dr. E. v. Drygalski, Dr. Stromer von Reichenbach, Prof. Dr. A. Penck, Prof. Dr. Hellmann, Prof. Dr. Branca, Prof. Dr. Liebisch, Prof. Dr. W. M. Davis, Prof. Dr. Uhlig, Prof. Dr. Kohlschütter.

Ich verfehle nicht, an dieser Stelle allen Herren nochmals meinen Dank auszusprechen für die zahlreichen wertvollen Anregungen, die ich in ihrem Unterricht empfangen habe. Vor allem aber bin ich Herrn Geheimrat Penck zu großem Dank verpflichtet.